IETS - Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade

A educação em ciências no Brasil[1]

Simon Schwartzman e Micheline Christophe[2]

---

[1] Preparado por solicitação da Academia Brasileira de Ciências. Os autores agradecem os participantes dos diversos programas de educação em ciências que prestaram informações e compartilharam suas experiências e idéias sobre o tema. Os autores são os únicos responsáveis pelas interpretações e recomendações apresentadas neste documento. Versão de 30 de outubro de 2009.

[2] Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade, Rio de Janeiro. Email: simon@iets.org.br e micheline@iets.org.br

1. Objetivo do estudo

A Academia Brasileira de Ciências vem, desde 2001, estimulando uma série de atividades de educação em ciências no Brasil, a partir de um convênio de colaboração assinado com a Academia de Ciências da França, que já vinha desenvolvendo um programa denominado *La Main à La Pâte,* traduzido ao português como "Mão na Massa". Estas atividades fazem parte de um esforço mais amplo, por parte da Academia, de estimular a educação em ciências no Brasil em todos os seus aspectos, dentro de sua missão geral de promover a qualidade científica e o avanço da Ciência brasileira.

O objetivo deste documento é apresentar um balanço sumário do realizado até aqui, tanto pela Academia quanto por outros projetos de educação em ciências que existem no país, à luz da literatura internacional especializada e de visitas, consultas, contatos e observação do trabalho dos principais projetos de educação infantil de ciências no país, e fazer sugestões e recomendações em relação à continuidade, revisão, expansão e outras iniciativas que a Academia possa tomar nesta área.

O termo "educação em ciências" pode significar muitas coisas, desde a difusão de conhecimentos gerais sobre a ciência e a tecnologia como fenômenos sociais e econômicos até a formação nos conteúdos específicos de determinadas disciplinas, passando pelo que se costuma denominar de "atitude" ou "método científico" de uma maneira geral; e desde a educação inicial até a educação superior de alto nível. Alguns autores buscam diferenciar, em inglês, *science education* de *scientific education*, reservando o primeiro termo para a formação geral *sobre* ciências e o segundo para a formação *nas* ciências específicas[3]. Assim como o objetivo principal da educação física nas escolas não é formar atletas campeões, e sim difundir os valores da atividade em equipe e de *mens sana in corpore sano* para todas as pessoas, o objetivo principal da educação em ciências

---

[3] Um outro uso do *termo scientific education* é o da educação cujos métodos e procedimentos são fundamentados em pesquisas científicas que testam a validade e eficácias das diferentes abordagens pedagógicas (*evidence-based education*), seja no ensino de ciências, seja no ensino de língua, matemática e outras disciplinas.

nas escolas não é a formação de cientistas e pesquisadores, mas a difusão das atitudes e valores associados à postura indagativa e crítica própria das ciências. No entanto, é importante também identificar e formar talentos, tanto em uma atividade quando na outra, e neste sentido a experiência brasileira de formação de pesquisadores e cientistas de alto nível não é das melhores, embora tenha aparentemente progredido bastante.

O Brasil não tem uma tradição importante e consistente de educação em ciências, mas tem tido muitas experiências parciais neste sentido, que datam pelo menos da década de 50 (Crestana et al. 1998). Elas incluem a criação de museus e centros de ciência, projetos e programas de ensino para as diversas disciplinas científicas, programas presenciais e à distância de formação de professores, programas extra-curriculares de iniciação científica e programas de educação em ciências em escolas. Estes projetos e atividades procuram atuar na formação de professores, na preparação de materiais didáticos, assim como trabalhar diretamente com os estudantes dos níveis iniciais ou médios. A Academia Brasileira de Ciências tem estimulado o projeto "Mão na Massa", inspirado no *La Main à la Pâte* francês, que procura trabalhar em parceria com universidades e secretarias de educação. Outras instituições, como o o Instituto de Bioquímica Médica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, o Grupo Sangari, a Escola Alfredo J. Monteverde associada ao Instituto Internacional de Neurociências de Natal Edmond e Lily Safra em Natal e a Fundação Romi em Santa Bárbara d'Oeste, têm desenvolvido trabalhos de educação em ciências em várias partes do país, e vários museus e centros de ciência, como a Estação Ciência da USP, o Espaço Ciência de Pernambuco, o Museu de Ciências e Tecnologia da PUC/RGS, o Museu de Astronomia e Ciências Afins e o Museu da Vida no Rio de Janeiro têm tido atuação significativa. Esta lista não é completa, e serve somente como exemplificação.

2. O projeto da Academia Brasileira de Ciências

Os objetivos atuais do projeto de educação em ciências da Academia Brasileiras de Ciências, enumerados em seu Site na Internet[4], cobrem as principais destas funções, algumas mais clássicas, outras mais recentes e mesmo tentativas, conforme indicado e comentado abaixo.

1 – *Melhoria do ensino de ciências nas escolas brasileiras nos níveis Básico e Médio e Educação Infantil, através de conhecimentos construídos por meio da investigação científica.* É o aspecto mais tradicional, e nem por isto menos importante, do ensino de ciências, que se dá sobretudo no ensino médio e nos últimos anos do ensino fundamental, assim como nas escolas técnicas, e tem por objetivo fazer com que alunos adquiram as informações, entendam e sejam capazes de operar os principais conceitos e técnicas das diferentes disciplinas. A referência aos "conhecimentos construídos" se refere à orientação pedagógica própria do projeto "Mão na Massa", o construtivismo, discutido mais adiante.

2 - *Fomento da cultura científica através da integração das ciências às culturas locais e regionais onde os princípios universais são enfocados levando em conta o saber regional.* Este objetivo é de natureza totalmente distinta, e aberto a discussões. Do ponto de vista pedagógico, faz todo o sentido despertar o interesse e a curiosidade pela ciência a partir das experiências concretas das crianças, mas esta experiência, no mundo globalizado das comunicações de massa e da Internet, não é necessariamente local e regional. Mais amplamente, este objetivo supõe que seja possível compatibilizar a cultura científica, altamente complexa, codificada e internacionalizada, com culturas locais e regionais, que tendem a ser baseadas em conhecimentos e visões de mundo tradicionais e não formalizadas. Na verdade, uma parte importante da educação em ciências consiste, precisamente, no trabalho de mudança de conceitos, ou seja, em fazer com que as pessoas abandonem os conceitos tradicionais e de sentido comum que absorvem de sua cultura local, e sejam capazes de adquirir novas maneiras de entender e interpretar o mundo, a partir das contribuições

[4] http://www.abc.org.br/article.php3?id_article=37 acessado em 19/06/2009.

advindas do conhecimento científico de natureza mais universal (Bearison 1986; Scott, Hasoko e Leach 2007). Esta separação e falta de comunicação entre a cultura científica e as culturas locais e regionais é causa de problemas e dificuldades que merecem atenção, mas não encontram soluções simples (Jenkins 1999).

3 - *Promoção do estímulo à reflexão, à formulação de questões, ao debate de idéias e ao desenvolvimento da capacidade de argumentação.* Este é um objetivo muito amplo, objeto da educação como um todo. No que se refere especificamente à educação em ciências, este objetivo tem a ver com a idéia da reflexividade e da postura crítica, ou seja, de que os cientistas, assim como os demais cidadãos, não devem tomar os resultados das pesquisas e os produtos das tecnologias como dados, mas ser capazes de entendê-los como possíveis respostas a perguntas e questionamentos de realidades em constante mudança e transformação. Este é o tema geral da sociologia e antropologia das ciências, e, de forma mais geral, do campo de estudos e pesquisas em Ciência, Tecnologia e Sociedade (Berger e Luckmann 1966; Gibbons et al. 1994; Knorr-Cetina e Mulkay 1983; Latour e Woolgar 1986; McGinn 1991)

4. *Promoção do contato direto entre professores das redes de ensino, cientistas e especialistas em didática das ciências*. Esta é uma das principais contribuições das Academias na questão da educação em ciências, ao aproximar os cientistas dos especialistas em educação, e envolver a ambos com as questões e problemas associados ao funcionamento de grandes redes escolares, e especialmente às escolas públicas. Exemplos são os diferentes projetos da *Division of Behavioral and Social Sciences and Education* da *National Academy of Sciences* dos Estados Unidos[5], assim como as prioridades da *Royal Society* britânica por elevar os padrões de educação de ciências[6] e as atividades educativas da *Académie de Sciences* da França, que inclui o projeto *La Main à la Pâte*. No Brasil, a Academia Brasileira de Ciências criou recentemente três

[5] Ver por exemplo http://www8.nationalacademies.org/cp/ReportView.aspx?key=Unit , as atividades da Royal Society na Inglaterra

[6] *Raising standards in science education,* http://royalsociety.org/publication.asp?id=5639

grupos de trabalho que elaboraram documentos significativos sobre educação superior, educação fundamental e educação infantil (Academia Brasileira de Ciências 2004; Academia Brasileira de Ciências 2007; Academia Brasileira de Ciências 2009). Esta aproximação tem todas as vantagens e eventuais problemas e dificuldades do trabalho interdisciplinar e aplicado, quando se reúnem participantes que vêm de diferentes formações e visões de mundo.

Independentemente do método adotado, a educação em ciências deve ser parte fundamental da educação geral por pelo menos três razões principais. A primeira é a necessidade de começar a formar, desde cedo, aqueles que serão os futuros pesquisadores e cientistas, cujas vocações geralmente se estabelecem desde muito cedo. A segunda é fazer com que todos os cidadãos de uma sociedade moderna, independentemente de suas ocupações e interesses, entendam as implicações mais gerais, positivas e problemáticas, daquilo que hoje se denomina "sociedade do conhecimento", e que impacta a vida de todas as pessoas e países. Terceiro, fazer com que todas as pessoas adquiram os métodos e atitudes típicas das ciências modernas, caracterizadas pela curiosidade intelectual, dúvida metódica, observação dos fatos e busca de relações causais, que, desde Descartes, são reconhecidas como fazendo parte do desenvolvimento do espírito crítico e autonomia intelectual dos cidadãos.

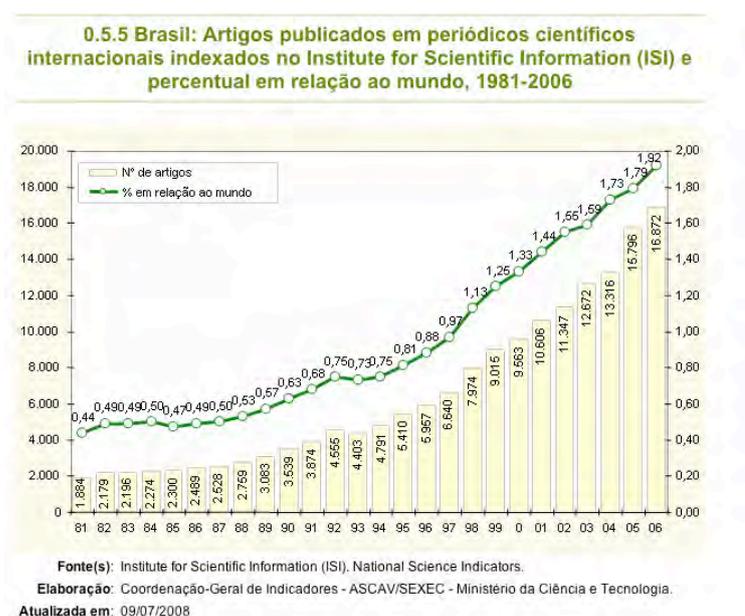
A ênfase deste documento é a educação em ciências que ocorre nas escolas nos anos iniciais da educação formal, mais do que as atividades de divulgação científica realizadas em museus de ciência e projetos especiais ou a educação em ciências específicas das diversas disciplinas, que ocorre sobretudo a partir do segundo ciclo da educação fundamental e no ensino médio. Também não estaremos considerando aqui as questões relativas à educação técnica e profissional, que tende a ocorrer sobretudo a partir do ensino médio, quando existe, e é objeto de atenção separada (Schwartzman e Christophe 2005). Interessa-nos examinar em que medida os estudantes que passam por um processo de iniciação ao uso da língua e da matemática também passam ou deveriam passar por um processo de iniciação à ciência, ou seja, em que medida adquirem o que em inglês tem sido chamado de *scientific literacy* (que poderia ser traduzido como "alfabetização em ciências"); e, a partir do entendimento

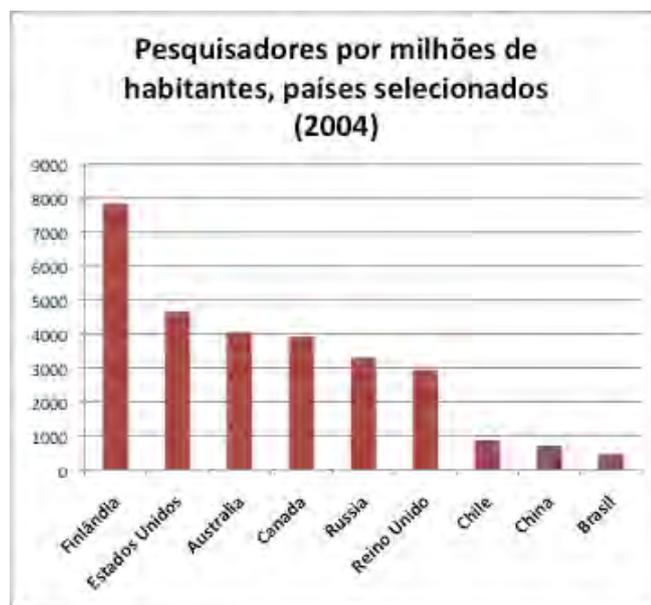
desta questão, examinar os diversos programas e projetos de educação em ciências que existem hoje no Brasil.

3. A educação em ciências hoje no Brasil

Nos últimos anos, a produção científica acadêmica no Brasil tem aumentado significativamente, mas esta expansão tem ficado limitada a um número restrito de instituições e não reflete uma melhoria dos níveis de educação em ciências da população, como indicado abaixo. Além disto, o uso efetivo deste potencial crescente de conhecimento científico e técnico tem sido menor do que seria desejável (Schwartzman 2008).

A expansão da produção acadêmica

O Brasil vem expandindo continuamente o número de pessoas com doutorado, e o número de publicações científicas em periódicos indexados internacionalmente também vem crescendo bastante (Quadro 1 e Quadro 2). Ainda que muito significativas se comparadas com o que ocorre em outros países da região, estas atividades de pesquisa e formação de pós-graduação são pequenas em relação ao tamanho do país: o número de pesquisadores por habitantes no Brasil é extremamente baixo, se comparado com o dos países desenvolvidos, e inferior também ao de países como o Chile e a China (Quadro 3).

Quadro 1

Quadro 2 - Fonte: CAPES

Quadro 3 - Fonte: Instituto de Estatísticas da UNESCO

Além disto, as atividades de pesquisa estão concentradas em um número pequeno de instituições. Dos quase 76 mil artigos de autores de endereço brasileiro listados no *ISI Web of Knowledge* para 2005-2009, 21.6% são da Universidade de São Paulo e 8.2% da Universidade de Campinas; as primeiras 10 instituições, todas elas universidades federais ou estaduais do Estado de São Paulo, concentram 61% das referências. Isto contrasta com o fato de que hoje, no Brasil, cerca de 75% dos estudantes de nível superior estão em instituições privadas, poucas das quais possuem programas de formação de doutorado e

produzem pesquisa de padrão internacional. Apesar de que ainda se postule, no Brasil, que o ensino superior e a pesquisa são "indissociáveis", a realidade é que existem grandes diferenças entre os professores e pesquisadores de diferentes tipos de universidades e institutos de pesquisa no país. Na grande maioria das instituições de ensino superior, os professores quase não se dedicam à pesquisa, ou o fazem de forma muito incipiente, e não proporcionam educação nem prática de pesquisa científica a seus alunos (Quadro 4).

Quadro 4 – Fonte: Pesquisa sobre Profissão Acadêmica no Brasil, 2007

Os baixos níveis de educação em ciência: os resultados do PISA

O PISA – Programme for International Student Assessment, da OECD – é considerado hoje como a principal referência internacional para a identificar os níveis de desempenho dos estudantes em leitura, matemática e ciências, assim como para procurar entender seus condicionantes. Como se sabe, os resultados dos estudantes brasileiros nestas provas têm sido bastante baixos e não têm se modificado através do tempo. Apresentamos abaixo uma análise mais detalhada dos resultados da área de ciências.

O exame do PISA é aplicado periodicamente a amostras nacionais de estudantes de 15 anos de idade, que é quando deveriam estar concluindo o ensino fundamental e ingressando no ensino médio. O PISA de 2006 teve como

tema principal as competências na área de ciências, mas também inclui informações sobre desempenho em leitura e matemática, assim como um grande número de informações sobre os estudantes, suas atitudes, suas famílias e suas escolas (OECD 2007). No caso do Brasil, em 2006, a amostra foi de 9.295 estudantes, todos entre 15.3 e 16.3 anos de idade, 40% na última série do ensino fundamental, e os demais já no ensino médio. Esta amostra não representa, assim, a totalidade de jovens desta idade, mas tão somente os que estão estudando nas séries apropriadas à sua idade, e por isto mesmo vêm de famílias com níveis socioeconômicos e educacionais mais altos do que os da população como um todo. Assim, 33% dos pais destes estudantes tinham nível superior e 25% educação média completa, índices muito mais elevados do que os da população em geral.

Os dados do PISA para ciências são apresentados em uma escala padronizada que tem um valor médio de cerca de 450 pontos, com um desvio padrão de 100. Além da pontuação, existe uma descrição detalhada das competências específicas que os estudantes têm nos diferentes níveis das escalas. O Quadro 5 mostra os principais resultados para um grupo seleto de países, nas três áreas pesquisadas pelo PISA em 2006.

Quadro 5 – Fonte: PISA 2006

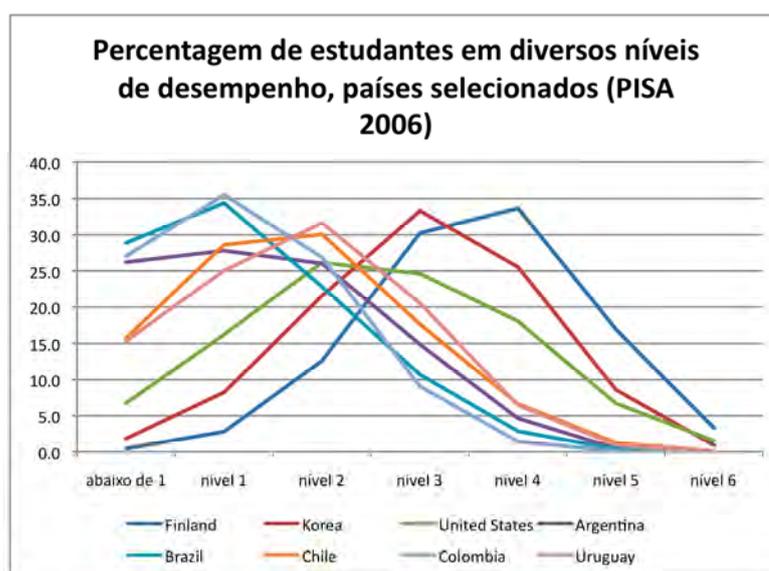
Duas primeiras observações resultam deste gráfico. A primeira é que, em geral, os resultados nas três áreas tendem a ser semelhantes, com algumas diferenças nacionais notáveis, como o caso de Taipei, aonde os resultados em matemáticas e ciência são substancialmente melhores do que os de leitura, que de qualquer forma são também bastante elevados. Isto mostra que não é possível avançar com a educação em ciências sem avançar também com a capacidade de ler e de fazer uso da matemática. A segunda observação é a posição extremamente baixa que ocupa o Brasil no conjunto, bem abaixo da média, como ocorre aliás com todos os países latino-americanos que participam do estudo, com Uruguai e Chile em situação relativamente melhor.

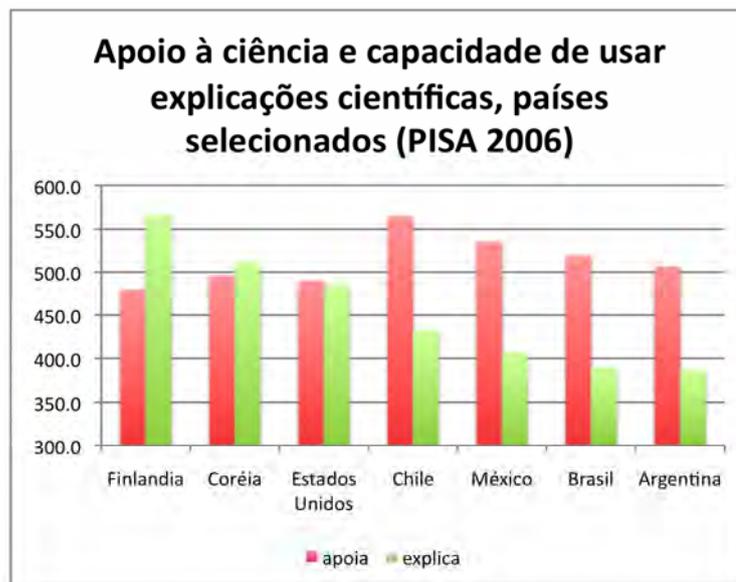
Os resultados do PISA são agrupados em seis categorias, e existe uma interpretação clara a respeito das competências que os estudantes têm quando estão em cada nível, descritas no Quadro 6.

PISA 2006: Escala de Proficiência em Ciências	
Nível 6: mínimo de 700.9 pontos (1.3% dos estudantes da OECD estão neste nível)	Os estudantes são capazes de identificar, explicar e aplicar conhecimentos científicos e sobre ciências, de forma consistente, em diferentes situações complexas da vida real. Podem conectar informações de diferentes fontes e explicações e usar a evidência destas fontes para justificar decisões. Demonstram de forma clara e consistente capacidade para pensar e raciocinar de maneira cientificamente avançada, e demonstram interesse em usar sua compreensão científica para apoiar soluções em situações científica e tecnologicamente não familiares. Estudantes neste nível conseguem usar e desenvolver argumentos para apoiar recomendações e decisões que afetam a situações pessoais, sociais e globais.
Nível 5: acima de 633.3 pontos (9% dos estudantes da OECD estão neste nível ou acima)	Os estudantes conseguem identificar os componentes científicos de muitas situações complexas de vida, aplicar conceitos e conhecimentos científicos a estas situações, e comparar, selecionar e avaliar de forma apropriada a evidência científica necessária para responder a estas situações. Estantes deste nível são capazes de usar competências de inferência bem desenvolvidas, associar diferentes tipos de conhecimento, e perceber situações de forma crítica. Podem construir explicações baseadas em evidência, e argumentos baseados em sua análise crítica.
nível 4:acima de 558.6 pontos (29.3% dos estudantes da OECD estão neste nível ou acima)	Os estudantes podem trabalhar de forma efetiva com situações e temas que envolvam fenômenos explícitos que requeiram inferências sobre o papel da ciência e da tecnologia. Conseguem selecionar e integrar explicações de diferentes disciplinas científicas e tecnológicas e associar de forma direta estas explicações a aspectos e situações da vida real. Estudantes deste nível conseguem refletir sobre suas ações e comunicar suas decisões fazendo uso de conhecimentos e evidências científicas
nível 3: acima de 484 pontos (56.7% dos estudantes da OECD estão neste nível ou acima)	Os estudantes são capazes de identificar temas científicos claramente descritos em diferentes contextos. Conseguem selecionar fatos e conhecimentos que possam ser utilizados para explicar os fenômenos e aplicar modelos simples de estratégias de pesquisa. Conseguem interpretar e fazer uso de conceitos científicos de diferentes disciplinas, e aplicá-los diretamente. Podem também desenvolver proposições simples a partir de fatos, e tomar decisões baseadas em conhecimentos científicos.
Nível 2: acima de 409.5 (80.8% dos estudantes da OECD estão neste nível ou acima)	Os estudantes possuem conhecimentos científicos suficientes para dar explicações plausíveis em contextos familiares, e tirar conclusões baseadas em pesquisas simples. São capazes de raciocinar de forma direta e interpretar de forma literal os resultados de uma pesquisa científica ou do uso da tecnologia para resolver problemas.
Nível 1: acima de 334.9 (94.8% dos estudantes da OECD estão neste nível ou acima)	Neste nível, o conhecimento científico dos estudantes é muito limitado, e só pode ser aplicado em algumas situações familiares. Eles conseguem apresentar explicações científicas que sejam óbvias e decorram diretamente de uma evidência dada.

Quadro 6

Os dados da distribuição dos estudantes de diversos países nestas categorias (Quadro 7) mostram que 29% dos estudantes brasileiros estão abaixo do nível 1, ou seja, não conseguem nem minimamente usar conhecimentos de

tipo científico em situações familiares, e outros 34.4% estão no nível 1. É provável que uma boa parte destes estudantes nos níveis mais baixos sejam também analfabetos funcionais, que não conseguem sequer entender o enunciado das questões da prova. Nos dois níveis mais altos, em que a Finlândia tem 20% dos estudantes, e a Coréia do Sul 9.5%, o Brasil só tem 0.4% dos estudantes. A situação nas escolas públicas brasileiras é particularmente dramática: 35% dos estudantes estão abaixo do nível 1, e 36% no nível 1; nas escolas privadas, as proporções são de 3.4 e 16%, significativamente melhor. Mas somente um por cento dos estudantes do setor privado estão no nível 5, e um por mil no nível 6. No setor público não há ninguém no nível 6, e 1 por mil no nível 5.

Quadro 7. Fonte: PISA 2006

Ao avaliar a proficiência dos estudantes em relação às ciências, a OECD estima quanto os estudantes se interessam por ciência, quanto acham importante que a ciência seja apoiada, e a capacidade que têm em fazer uso de explicações científicas, identificar temas suscetíveis de tratamento científico e fazer uso de evidência científica na solução de problemas da vida real. Os estudantes brasileiros, assim como os dos demais países da América Latina, são os primeiros em manifestar interesse e apoio à ciência de uma maneira geral, mas têm muita dificuldade em entender efetivamente do que se trata e fazer uso de conceitos e abordagens científicas para produzir explicações (Quadro 8).

Quadro 8 - Fonte: PISA 2006

Os resultados do PISA mostram que as escolas brasileiras não estão conseguindo transmitir, para a grande maioria dos alunos que nelas permanecem, as atitudes e competências mínimas de tipo científico para o uso quotidiano das pessoas, e tampouco está conseguindo formar uma pequena elite que possa depois se profissionalizar como cientistas e pesquisadores plenos. Ao contrário do que muitas vezes se pensa, os estudantes brasileiros não precisam ser estimulados a valorizar a ciência e reconhecer sua importância. Eles já fazem isto naturalmente, seja pelos estímulos que recebem na escola, seja, mais provavelmente, pelo que observam e captam nos ambientes em que vivem, circundados por toda parte pelos produtos das modernas tecnologias. Isto não se traduz, no entanto, em competências e conhecimentos efetivos para entender e fazer uso das abordagens e conhecimentos científicos em sua vida quotidiana e profissional. Isto significa que o que faz falta para os estudantes é a educação em ciências enquanto tal, muito mais do que atividades que estimulam o interesse pela ciência, que podem ser redundantes.

4. As experiências internacionais

A preocupação atual com a educação em ciências nas escolas é antiga nos Estados Unidos, ganhou grande relevância após o impacto do Sputnik soviético em 1957, e se tornou explícita no documento publicado pela Comissão

Presidencial Consultiva estabelecida pelo presidente Dwight Eisenhower em 1959 (Hurd 1998; President's Science Advisory Committee 1959). Hoje, ela se expressa em um grande número de organizações científicas, profissionais e publicações especializadas em várias partes do mundo, começando pela centenária revista *Science Education,* e envolvendo instituições como a *Association for Science Education* na Grã Bretanha, a *Association for the Promotion and Advancement of Science Education* no Canadá e *a National Science Teachers Association* nos Estados Unidos. Além destas organizações, que congregam sobretudo professores, pedagogos e especialistas em educação, instituições científicas como a *National Academy of Sciences* e a *American Association for the Advancement of Sciences* nos Estados Unidos também têm tido grande envolvimento nas questões de educação em ciências, tendo sido responsáveis pela produção e publicação de importantes obras de referência no tema. As Academias de Ciência têm atuado tanto através de estudos e análises sobre as melhores práticas do ensino de ciências (American Association for the Advancement of Science 1989; National Research Council 1995) como através de atividades de implementação como, entre outros, o *National Sciences Resource Center* criado em 1985 pelo Smithsonian Institute em cooperação com as academias nacionais de ciências dos Estados Unidos[7], o projeto *La Main à la Pâte* francês, os projetos *Pollen*[8] e *Sinus-Transfer*[9] na União Européia e outras iniciativas, descritas de forma sucinta em publicação recente do projeto *Veille Scientifique et Technologique* do Instituto Nacional de Pesquisas Pedagógicas da França (Musset 2009)[10] O *Interacademy Panel on International Issues*, a rede de Academias de Ciências dedicada a fomentar a participação das economias nas questões críticas de natureza global, tem a educação em ciências como uma de suas áreas de atuação. Faz parte desta atuação o acompanhamento dos projetos de educação científica baseados em indagação (Inquiry Based Science Education, IBSE), conduzido por um Comitê Internacional de Avaliação (International

---

[7] http://www.nsrconline.org/index.html

[8] http://www.pollen-europa.net/

[9] http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/home.html

[10] http://www.inrp.fr/vst/

Oversight Committee, IOC). Na América Latina, este trabalho é conduzido pelo Inter American Network of Academies of Sciences (IANAS).[11]

A necessidade de introduzir ou melhorar a educação em ciências desde os primeiros anos da escola é hoje reconhecida inclusive nos países mais desenvolvidos, que vêm com preocupação o número reduzido de jovens que se orientam para as carreiras de natureza científica e tecnológica, assim como o pouco entendimento sobre a natureza e a importância do conhecimento científico mesmo entre pessoas formalmente mais educadas. Uma sucessão de documentos e iniciativas neste sentido tem sido produzidos e empreendidos pelas Academias de Ciência e instituições de pesquisa e educação desde o fim dos anos 50 em várias partes do mundo, desde o relatório do Comitê Consultivo de Ciências da Presidência dos Estados Unidos (President's Science Advisory Committee 1959) até o recente documento da Comissão Rocard da União Européia (Rocard et al. 2007), passando por *Before it is Too Late*, o relatório da Comissão Nacional sobre o Ensino de Matemática e de Ciências do ano 2000 (Glenn 2000). A idéia de que a educação em ciências deveria ter como foco inicial o desenvolvimento de atitudes mais gerais de curiosidade, observação dos fatos e busca de relações causais, e não o ensino formal das disciplinas específicas, é mais recente, e seu início tem sido atribuído à iniciativa de Leon Lederman, Prêmio Nobel de Física de 1988, que depois se espalhou para outros países, e levou ao envolvimento crescente das academias de ciência e sociedades científicas de vários países com o tema. Esta abordagem, conhecida nos Estados como *hands on*, foi levada posteriormente para a França através do projeto *La Main à la Pâte*, de onde veio para o Brasil com o nome de *Mão na Massa*. No relato dos responsáveis pelo projeto na França:

> O desenvolvimento recente do ensino baseado em indagação nas escolas primárias deve muito aos esforços da comunidade científica. Foi Leon Lederman, Prêmio Nobel de Física de 1988, quem introduziu este movimento nas escolas dos bairros pobres de Chicago, nos Estados Unidos. Três físicos franceses mais tarde visitariam estas escolas, e descobriram como as crianças estavam entusiasmadas com a ciência. De volta à França, os três físicos - Georges Charpak, Prêmio Nobel de Física de 1992, Pierre Léna e Yves Quéré - decidiram

[11] http://www.interacademies.net/?id=3519

> lançar sua própria versão de ensino baseado em indagação, *La Main à la Pâte* (aprendendo fazendo). Nos últimos cinco anos, o movimento se espalhou por escolas no Afeganistão, Argentina, Brasil, Cambodia, Chile, China, Colômbia, Egito, Malásia, México, Marrocos, Senegal, Eslováquia, Togo e outras partes[12] (UNESCO 2005).

De 1996 a 1999, com apoio da Academia Nacional de Ciências da França, o projeto foi implantado em algumas escolas francesas, utilizando de início a tradução dos módulos *insights* do projeto *hands-on.* Montou-se uma infra-estrutura para produção de materiais e formação de professores e fez-se uma avaliação dos resultados. Os efeitos percebidos do projeto foram além do domínio de conteúdos científicos, expressando-se no comportamento social, no domínio da linguagem e na formação de uma atitude científica. A partir de 2000, o projeto passou a integrar o plano de renovação do ensino de ciências e da tecnologia na escola, do Ministério da Educação da França.

A metodologia do *La Main à la Pâte* baseia-se em dez princípios, que começam com o estímulo à curiosidade infantil, a partir de uma indagação extraída do cotidiano das crianças, conduzindo ao questionamento científico, através da observação, pesquisa, formulação de hipóteses, testes e experiências, verificação, notação individual e coletiva, síntese e conclusões. Esta metodologia pretende articular a aprendizagem científica ao domínio da linguagem e à educação para a cidadania. O trabalho é desenvolvido por tema-desafio. Espera-se que com este percurso os alunos se apropriem dos conceitos científicos e das técnicas de investigação, consolidando sua expressão oral e escrita.

O projeto está bem documentado, com livros, artigos e informações disponíveis no site http://lamap.inrp.fr. Ao longo dos anos, uma equipe multidisciplinar, com professores, pedagogos, inspetores de educação,

---

[12] The recent development of inquiry-based science teaching in primary schools owes much to the efforts of the scientific community. It was Leon Lederman, Nobel Laureate for Physics 1988, for instance, who introduced the movement into poor neighborhood schools of Chicago in the USA. Three French physicists would later visit these schools, only to discover children fired with enthusiasm for science. Upon their return to France, the three physicists – Georges Charpak, Nobel Laureate for Physics in 1992, Pierre Léna and Yves Quéré – would decide to launch their own version of inquiry-based science teaching, La main à la pâte (or Learning by doing). Over the past five years, the movement has spread to schools in Afghanistan, Argentina, Brazil, Cambodia, Chile, China, Colombia, Egypt, Malaysia, Mexico, Morocco, Senegal, Slovakia, Togo and elsewhere.

engenheiros, cientistas, estudantes de ciências entre outros, desenvolveu uma variedade de materiais, como instrumentos de acompanhamento e avaliação, módulos para uso em sala de aula, relatórios, artigos analíticos, para fundamentação e continuidade da proposta.

5. Questões conceituais: alfabetização científica e métodos de ensino

Requisitos para projetos efetivos de educação em ciências

A literatura especializada, assim como as observações em sala de aula feitas para este estudo, não deixam dúvida de que a educação através do uso da indagação a partir de questões e problemas bem escolhidos, da experimentação prática e do trabalho em grupo, é muito mais motivadora para alunos e professores, sobretudo nos anos iniciais, do que os métodos convencionais de ensino dogmático e por memorização. Programas bem sucedidos de ensino inicial de ciências, conforme resumido pelo National Research Council dos Estados Unidos, devem ter as seguintes características (Beatty 2005):

- Desenvolve-se a partir das experiências, teorias iniciais e condições de vida que as crianças trazem consigo;
- Faz uso da curiosidade das crianças, ao mesmo tempo em que as encoraja a buscar suas próprias perguntas e desenvolver suas próprias idéias.
- Envolve as crianças em exploração em profundidade de um assunto de cada vez, em um ambiente cuidadosamente preparado.
- Estimula as crianças a refletir, representar e documentar sua experiência, e compartilhar e discutir suas idéias com outros.
- Está integrado ao trabalho e às brincadeiras das crianças.
- Está integrado com outros domínios.
- Dá acesso a experiências científicas a todas as crianças.

Os resultados a médio e longo prazo destas abordagens, no entanto, são menos claros, e dependem de muitos outros fatores que vão além das atividades que os programas específicos podem desempenhar. Existe toda uma literatura, com mais questões do que respostas, a respeito de quais os conteúdos científicos que seriam acessíveis e que as crianças deveriam ser capazes de aprender nas diferentes etapas, qual nível de formação científica a professora de classe precisa ter, e de como capacitar a professora para que ela possa transmitir efetivamente estes conteúdos, utilizando os métodos adequados.

Alfabetização científica (science literacy).

Os programas de educação em ciências voltados para crianças trazem implícita a idéia de que deveria haver um mínimo de competências e conhecimentos científicos que todas as pessoas deveriam ter, equivalente, nas ciências, ao conceito de alfabetização ou "letramento" que tem sido utilizado no Brasil em relação aos conhecimentos mínimos necessários de língua e matemática.

Não existe, no entanto, um conceito bem definido do que sejam estes conhecimentos mínimos iniciais (Auler 2003). A OECD define *scientific literacy* como "a capacidade de usar conhecimento científico, de identificar questões e extrair conseqüências a partir de evidências, para compreender e ajudar a tomar decisões a respeito do mundo natural e das mudanças nele introduzidas pela atividade humana". Esta definição, no entanto, não se refere a um patamar mínimo inicial, mas a uma capacidade ampla, que pode ser dar em vários níveis. Outras definições têm sido propostas, como a do autor anônimo do verbete na Wikipédia, que procura definir um patamar mínimo de competências iniciais, em contraste com a definição muito mais ampla e exigente da *National Science Foundation*.

Conceitos de Alfabetização Científica

Wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_literacy)

A alfabetização científica é um dos vários tipos de alfabetização – escrita, numérica, digital. Ao se tornar cientificamente alfabetizado, o estudante supera o medo da ciência que possa ter. A pessoa cientificamente alfabetizada é capaz de entender experimentos e o raciocínio. Ela se sente minimamente confortável com os fatos científicos e seu sentido. Alguns dos temas básicos que uma pessoa cientificamente alfabetizada entende incluem: como os dados se relacionam com as leis e as teorias, que a teoria é a forma mais elevada de expressão científica, e a razões por trás de fenômenos do dia a dia, como as estações do ano, o ciclo das águas e os perigos da pseudo-ciência[13].

National Science Foundation

A alfabetização científica é o conhecimento e a compreensão dos conceitos e processos científicos necessários para que as pessoas possam decidir e participar de atividades cívicas e culturais, e para a produtividade econômica. Ela inclui também habilidades específicas. Nos Padrões Nacionais de Educação Científica, os padrões de conhecimento definem a alfabetização científica.

A alfabetização científica significa que a pessoa possa perguntar, encontrar e encontrar respostas às questões derivadas da curiosidade a respeito das experiências do dia a dia. Significa que a pessoa tenha a habilidade de descrever, explicar e prever os fenômenos naturais. A alfabetização científica implica que a pessoa possa ler e compreender artigos sobre ciência na imprensa leiga e participar de conversações sociais sobre a validade das conclusões. Alfabetização científica significa que a pessoa possa identificar temas científicos subjacentes a decisões nacionais e locais e expressar opiniões cientifica e tecnologicamente informadas. Um cidadão cientificamente alfabetizado deve ser capaz de avaliar a qualidade da informação científica a partir de suas fontes e dos métodos utilizados para gerá-la. Alfabetização científica também implica a capacidade de colocar e avaliar argumentos baseada em evidência e aplicar conclusões apropriadas a partir destes argumentos[14]. (National Research Council 1995, p. 22)).

Quadro 9

Existem pelo menos quatro componentes que aparecem nestas definições de alfabetização em ciências, que devem ser explicitados. O primeiro se refere ao que seria uma "atitude científica", geralmente descrita em termos da capacidade

---

[13] Scientific literacy is one of several types of literacy: written, numerical, and digital. In becoming scientifically literate, the student overcomes any fear of science he/she may have. The scientifically literate person is able to understand experiment and reasoning. There is a rough comfort level with basic scientific facts and their meaning. Some basic issues that the scientifically literate person understands include: how data relates to law and theory, that theory is the highest form of scientific expression, the reasons for everyday phenomena including the seasons, water cycle and the dangers of pseudo-science.

[14] Scientific literacy is the knowledge and understanding of scientific concepts and processes required for personal decision making, participation in civic and cultural affairs, and economic productivity. It also includes specific types of abilities. In the National Science Education Standards, the content standards define scientific literacy. Scientific literacy means that a person can ask, find, or determine answers to questions derived from curiosity about everyday experiences. It means that a person has the ability to describe, explain, and predict natural phenomena. Scientific literacy entails being able to read with understanding articles about science in the popular press and to engage in social conversation about the validity of the conclusions. Scientific literacy implies that a person can identify scientific issues underlying national and local decisions and express positions that are scientifically and technologically informed. A literate citizen should be able to evaluate the quality of scientific information on the basis of its source and the methods used to generate it. Scientific literacy also implies the capacity to pose and evaluate arguments based on evidence and to apply conclusions from such arguments appropriately.

de observar os dados do mundo natural e fazer inferências a partir destas observações, superando desta forma os conceitos ou pré-conceitos "naturais" ou pré-científicos que as pessoas possam ter. O segundo se refere à capacidade de trabalhar em grupo, desenvolvendo o conhecimento não como um processo individual, mas como de diálogo constante entre as pessoas e destas com os dados e observações do mundo real. O terceiro se refere ao entendimento dos conteúdos específicos das diferentes disciplinas científicas, tal como são formulados pelas ciências modernas. Isto significa, como mínimo, ter noções a respeito das principais características dos sistemas biológicos, físicos e sociais em que vivemos, em diferentes escalas e níveis de complexidade. O quarto se refere ao entendimento da ciência e da tecnologia como fenômeno social que é construído pelos cientistas e que tem impacto importante, positivo ou negativo, na sociedade e na vida das pessoas. Isto significa entender a ciência e a tecnologia não como algo dado, mas como um produto social em constante construção e transformação, que deve ser visto de forma crítica e reflexiva. É importante distinguir estes componentes porque os procedimentos utilizados nos cursos e programas de educação em ciências, assim como os conteúdos impartidos, dependem fortemente das prioridades que sejam dadas a cada um destes diversos componentes.

A questão do construtivismo

Tradicionalmente, a educação em ciências é dada nas escolas de forma dogmática, como informações, taxonomias, modelos formais e exercícios práticos, sobretudo para os alunos do ensino médio, com ênfase na memorização. Hoje há um grande consenso a respeito das limitações dos métodos tradicionais e da necessidade de que as crianças, deste cedo, se envolvam de forma ativa no processo de aprendizado. Wynne Harlen lista três sentidos principais de "learning" (que estamos traduzindo por "educação em ciências"): acrescentar mais informações e habilidades como resultado do que é ensinado; entender o sentido de novas experiências feitas pelos próprios estudantes; e entender o sentido de novas experiências feitas pelos estudantes em colaboração com outros (Harlen 2006 p. 3). Não há dúvida que uma educação completa deveria ser capaz de cumprir os três objetivos.

A educação em ciências é hoje um amplo campo de estudo, pesquisa e debates sobre metodologias, propósitos e objetivos desta atividade (veja por exemplo (Abell e Lederman 2007; American Association for the Advancement of Science 1993; American Association for the Advancement of Science 1998; Appleton 2006a; Duschl et al. 2007; Flick e Lederman 2004; Inter-American Development Bank 2006; National Research Council 1995). É possível observar, na literatura especializada, a existência de duas vertentes principais nas questões de educação em ciências, uma mais voltada para capacitar os estudantes a conhecer e fazer uso da ciência existente, e outra preocupada em ver a ciência em seu contexto mais amplo, como um processo de construção social com importantes implicações para a vida das pessoas, o funcionamento das sociedades e do meio ambiente em que vivemos (Roberts 2007a; Roberts 2007b). Um exemplo da primeira vertente é o *Project 2061* da *American Association for the Advancement of Science* (American Association for the Advancement of Science 1989; American Association for the Advancement of Science 1993; American Association for the Advancement of Science 1997; American Association for the Advancement of Science 1998; American Association for the Advancement of Science 2001); exemplos da outra vertente são alguns volumes recentes que buscam fazer um balanço das pesquisas existentes sobre a temática da educação em ciências (Abell e Lederman 2007; Appleton 2006a; Harlen 1996).

Ainda que não sejam excludentes, a primeira linha, mais clássica, põe ênfase em fazer com que os alunos aprendam os conceitos, procedimentos e técnicas de análise, elaboração teórica e conhecimentos acumulados das diversas áreas de pesquisa, enquanto que a segunda dá prioridade, de um lado, às atitudes e orientações gerais que se supõe que devem estar presentes em todas as áreas científicas, assim como ao contexto social mais amplo em que a ciência é criada, se desenvolve e impacta a sociedade. Subjacentes a estas orientações existem diferentes objetivos e teorias a respeito de como o conhecimento científico se desenvolve e como deve ser ensinado, sobre a melhor maneira de fazer isto.

A pedagogia preconizada pelo projeto *La Main a la Pâte*, segundo a qual o conhecimento científico não deve ser apresentado de forma acabada para os

estudantes, mas construído por eles através da indagação (*inquiry based science education*) e da experimentação, faz parte de um antigo movimento educativo conhecido, de maneira geral, como “construtivismo”, que pode adquirir diferentes formatos e tem sido também objeto de intenso questionamento por pesquisadores, neurobiólogos e especialistas em psicologia cognitiva (Barbante, Jr. e Costa 2009; Hmelo-Silver, Duncan e Chinn 2007; Jonathan F. Osborne 1996; Kirschner, Sweller e Clark 2006; Oliveira 2002; Oliveira e Silva 2009). Uma maneira simples de ver a questão é a proposta por Sjøberg no Quadro 10.

Diferentes sentidos do construtivismo(Sjøberg 2007).

Podemos perguntar: o que está sendo construído?

1 - É nosso conhecimento individual a respeito do mundo ("as crianças constroem seu próprio conhecimento")

2 - É conhecimento científico público e aceito a respeito do mundo, tal como existe na ciência estabelecida? ("o conhecimento científico é construído socialmente")

3 - Ou é o próprio mundo? ("o mundo é construído socialmente")

A primeira destas questões é um problema de psicologia e teoria educacional ou da aprendizagem, enquanto que as outras duas são parte da filosofia e da epistemologia. A questão 2 também é tratada pela sociologia do conhecimento e sociologia da ciência. Analiticamente, é importante manter estas questões separadas. Podemos, por exemplo, apoiar fortemente as teorias construtivistas da aprendizagem, e ao mesmo tempo rejeitar as outras duas proposições, e muito especialmente a última, mais extrema. Este último tipo de construtivismo tem sido criticado como um ataque pós-moderno, subjetivista e relativista, à racionalidade da ciência, atitude que vai contra, por exemplo, as idéias de Piaget e Vygotsky.[15]

Quadro 10

[15] We may ask: what is being constructed? 1. Is it our individual knowledge about the world? ("Children construct their own knowledge.") 2. Is it the shared and accepted public scientific knowledge about the world as it exists in established science? ("Scientific knowledge is socially constructed") 3. Or is it the world itself? ("The world is socially constructed"), The first of these questions is a problem of psychology and educational or learning theory, while the latter two are part of philosophy and epistemology. Question no 2 is also addressed by the sociology of knowledge and sociology of science. Analytically, it is important to keep these questions apart. One may, for instance, be a strong supporter of constructivist learning theories, while at the same time reject the two other stances, in particular the last and most extreme one. This latter kind of constructivism is criticized for being a subjectivist and relativist post-modern attack on the rationality of science, a stance that runs against any suggestions from for instance Piaget and Vygotsky .

As pedagogias construtivistas têm uma longa história, que data pelo menos dos trabalhos de Jean Piaget a partir dos anos 20 a respeito das etapas do desenvolvimento cognitivo das crianças, complementados pelas teorias de Lev Vygotsky sobre a natureza social e compartida do processo de aprendizagem (Inhelder e Piaget 1999; Piaget 1952; Piaget 1950; Piaget 1970; Vygotsky 1964; Vygotsky 1980), e que têm sua origem mais remota nos movimentos pela "escola nova" que existiram na Europa desde o início do século 20, assim como das teorias de educação progressiva de John Dewey (Dewey 1929; Dewey 1938; Dewey 1970; Dewey 1971), que foram introduzidas no Brasil pelo "Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova" dos anos 30 (Azevedo e outros 1932).

Um desenvolvimento recente, que tem sido adotado em alguns projetos no Brasil, é a integração das diversas disciplinas através de temas. Assim, por exemplo, o tema de "saúde e meio ambiente" permitiria abordar questões de biologia, nutrição, ecologia e comportamento social, da mesma maneira que um evento importante, como o segundo centenário de Darwin, poderia ser uma ocasião para estudar o tema da evolução dentro de uma perspectiva interdisciplinar, na biologia, na história, nas ciências sociais, e outras. Esta abordagem é descrita na literatura como "Instituição Integrada Temática" (Kovalik e Olsen 1993), e tem sido experimentada desde os anos 90 em várias instituições de ensino nos Estados Unidos[16], inclusive em substituição aos currículos escolares tradicionais.

A estas correntes pedagógicas se juntou uma outra corrente, derivada da filosofia e da sociologia da ciência, que trata de entender a ciência como resultado de uma construção social, e não como um processo de descobrimento progressivo da verdade através da pura aplicação da lógica e da experimentação, que é o entendimento tradicional dos cientistas a respeito de seu próprio trabalho. Na versão relativista mais extremada, as verdades científicas não seriam mais do que os resultados de consensos estabelecidos por uma elite hegemônica, e impostos depois ao resto da sociedade. Se isto fosse assim, então as diferenças entre o conhecimento especializado e o conhecimento comum não

[16] Ver a respeito http://www.netc.org/focus/strategies/them.php

seriam mais do que barreiras artificiais e formas de dominação de uns sobre outros, que haveria que desconstruir e desfazer. Esta não é, no entanto, a visão dos autores mais centrais da sociologia da ciência, que procuram entender os processos reais de escolha de temas, soluções de controvérsias e formação de consensos nas ciências sem, no entanto, rejeitar a importância das metodologias científicas e do fato de que existe uma natureza objetiva e real a ser progressivamente conhecida (Knorr-Cetina e Mulkay 1983; Kuhn 1996; Latour 1987; Merton 1973).

Nos anos mais recentes, as abordagens construtivistas foram adotadas pelos projetos de educação em ciências estimulados pelas Academias de Ciência dos Estados Unidos, França e Inglaterra, entre outros, com ênfase nos processos de indagação (*inquiry*), de experimentação com materiais e instrumentos e com o trabalho em grupo. Na visão de seus proponentes, a educação em ciências, assim concebida, teria um efeito não somente na formação de futuros pesquisadores, mas também na educação como um todo, ao estimular a atitude indagativa como um todo, assim como o uso do cálculo e da escrita para realizar e registrar os experimentos. Na visão de seus críticos, a abordagem construtivista falharia por não transmitir aos estudantes, de forma organizada e sistemática, os conhecimentos e práticas de trabalho intelectual que constituem um acervo inestimável acumulado através dos séculos, e que seria impossível construir ou reconstruir a partir da simples indagação e de experimentos feitos pelos estudantes. O método construtivista pecaria por confundir o processo de construção e avanço das ciências, que se dá efetivamente através de experimentação, tentativas e erros e diálogo entre pesquisadores, em um longo processo de acumulação, e o processo educativo que requer, necessariamente, um trabalho sistemático de incorporação das técnicas, teorias e acervo de informações que constituem o núcleo dos paradigmas científicos vigentes. As competências necessárias para a boa formação científica deveriam incluir, além da curiosidade intelectual e a prática da observação, a capacidade de trabalho sistemático, do exercício do rigor intelectual e a incorporação, através de estudo e de exercícios, do acervo de conhecimentos centrais e das habilidades de raciocínio e uso de instrumentos próprios dos diferentes campos de

conhecimento. Ainda que os métodos construtivistas possam ser mais atrativos, à primeira vista, do que a educação guiada tradicional, a evidência empírica pareceria comprovar suas limitações:

> A evidência da superioridade da instrução guiada se explica no contexto de nossos conhecimentos da arquitetura cognitiva humana, das diferenças entre iniciantes e especialistas, e de carga cognitiva. Ainda que as abordagens educativas não dirigidas ou minimamente dirigidas sejam muito populares e intuitivamente atraentes, estas abordagens ignoram tanto as estruturas que formam a arquitetura cognitiva humana como a evidência de estudos empíricos acumulados no último meio século que indicam consistentemente que a educação minimamente guiada é menos efetiva e menos eficiente do que as abordagens educativas que dão ênfase à atividade guiada no processo de aprendizagem dos estudantes. As vantagens da educação guiada só começam a se reduzir quando os estudantes adquirem suficientes conhecimentos prévios que lhes proporcionam uma orientação "interna"[17] (Kirschner, Sweller e Clark 2006).

Na prática, a oposição entre as duas posições não é absoluta, já que muitos dos projetos educativos que fazem uso de pedagogias de indagação e experimentação também evoluem, gradualmente, para níveis mais altos em que os estudantes adquirem os conhecimentos sistemáticos e as práticas profissionais necessárias para o seu trabalho, enquanto que os programas mais tradicionais e guiados não precisam ser, necessariamente, áridos e desprovidos de estímulos e desafios intelectuais e práticos para os estudantes. Há bastante evidência de que as pedagogias de indagação, experimentação e trabalho em grupo apresentam vantagens iniciais até mesmo em culturas aonde a educação é de qualidade, e tradicionalmente mais rígida e dirigida (Chang e Mao 1999). Parte da dificuldade com o construtivismo é que o termo costuma ser usado com sentidos muito distintos e nem sempre explícitos. Autores que trabalham com as técnicas de aprendizado por indagação (*inquiry learning*) e por resolução de

---

[17] "Evidence for the superiority of guided instruction is explained in the context of our knowledge of human cognitive architecture, expert–novice differences, and cognitive load. Although unguided or minimally guided instructional approaches are very popular and intuitively appealing, the point is made that these approaches ignore both the structures that constitute human cognitive architecture and evidence from empirical studies over the past half-century that consistently indicate that minimally guided instruction is less effective and less efficient than instructional approaches that place a strong emphasis on guidance of the student learning process. The advantage of guidance begins to recede only when learners have sufficiently high prior knowledge to provide "internal" guidance".

problemas (*problem-based learning*) defendem sua abordagem argumentando que eles utilizam um processo de seqüenciamento (que denominam de *scaffolding*), que faz com que os problemas assinalados por Kirshner e outros, aplicáveis às teorias construtivistas mais radicais de aprendizagem por descoberta (*discovery learning*) não ocorram neste caso. Um exemplo de currículo progressivo é o do National Science Resource Center (National Science Resource Center 2005). O *Benchmarks for Science Literacy,* da *American Association for the Advancement of Science*, organiza os conteúdos em 12 grandes categorias, incluindo a das ciências sociais (a natureza da ciência, a natureza da matemática, a natureza da tecnologia, o ambiente físico, o ambiente vivente, o organismo humano, a sociedade humana, o mundo construído, o mundo matemático, perspectivas históricas, temas comuns, hábitos da mente) (American Association for the Advancement of Science 1993), e estabelece, para cada nível de desenvolvimento, as competências que os estudantes deveriam ter, independentemente dos métodos pedagógicos utilizados para sua educação.

Os conteúdos

Em relação aos conteúdos, há um debate permanente, na literatura especializada, a respeito de se a formação inicial deveria ser interdisciplinar ou por disciplinas, e se deveria se orientar por estandares – conteúdos específicos que deveriam ser atingidos a cada etapa – ou mais abertos. Em grande parte, este debate reproduz a oposição entre as correntes construtivistas, que dominaram o campo do ensino de ciências nos anos 60 e 70 nos Estados Unidos, e a tendência mais recente de reforçar os conteúdos e as disciplinas científicas. O Projeto 2061 da *American Association for the Advancement of Science* foi um marco nesta evolução (American Association for the Advancement of Science 1993), e documentos mais recentes do *National Research Council* dão continuidade a esta abordagem (Duschl et al. 2007). O documento do National Research Council cita, entre outros, um estudo de 1997 segundo o qual

> O currículo desfocado dos Estados Unidos é também um currículo com muito pouca coerência... Os livros de texto e os professores apresentam os itens uns depois dos outros como uma lista de lavanderia de tópicos... Isto é feito com pouca ou nenhuma consideração por estabelecer relações entre os tópicos ou temas da lista. A perda destas relações entre

idéias estimula as crianças a considerarem estas disciplinas como noções desconectadas que eles não conseguem perceber como fazendo parte de um todo disciplinar (Valverde e Schmidt 1998 p. 62).

A crítica à desarticulação e incoerência do currículo inclui também uma crítica ao uso indiscriminado de "kits" de experimentação:

> Em muitos casos, os estudantes são brevemente expostos a uma série de experiências referidas a tópicos não relacionados (florestas tropicais, pedras e minerais, água) apresentados em unidades ou kits modulares. A seqüência de apresentação não importa, já que as idéias não se estruturam de forma significativa. Ainda que não conheçamos pesquisas que tenham testado de forma explícita a base educativa dos kits, a apresentação que fazem dos tópicos científicos como essencialmente intercambiáveis e não cumulativos levanta sérias preocupações. Currículos baseados em kits são sensíveis a várias questões de ordem prática, como a variabilidade dos estandares de um lugar a outro, de tal forma que o professor nunca pode contar com os conhecimentos prévios dos estudantes como base para a introdução de novos conceitos. Esta abordagem também maximiza a flexibilidade, de tal maneira que os professores com pouco conhecimento de certos conteúdos podem deixar de lado os temas que lhes são menos familiares. Isto sacrifica os benefícios potenciais de longo prazo de currículos cuidadosamente elaborados, construídos estrategicamente a partir das competências e base de conhecimentos dos estudantes. (Duschl et al. 2007 p. 218)

Uma outra questão que ocupa atenção cada vez maior são os avanços recentes das pesquisas sobre o desenvolvimento cognitivo das crianças, que tornam obsoletas as concepções desenvolvidas décadas atrás por Jean Piaget. Ao contrário do que se pensava, não é verdade que as crianças menores têm um pensamento "concreto", com a capacidade de abstração se desenvolvendo mais tarde. É desta forma que o National Research Council resume o que se sabe atualmente a respeito (Duschl et al. 2007 p. 53):

- Em contraste com as idéias comuns e superadas de que as crianças pensam de forma concreta e simplista, a evidência das pesquisas agora mostra que seu pensamento é surpreendentemente sofisticado. Blocos importantes para o conhecimento das ciências já estão prontos quando elas entram na escola.

- Ao entrar na escola, as crianças já trazem um conhecimento substancial do mundo natural, sobre o qual se pode construir para desenvolver sua compreensão de conceitos científicos. Algumas áreas de conhecimento podem proporcionar fundamentos mais robustos do que

outros, porque surgem mais cedo e apresentam algumas características que são universais, para diferentes culturas através do mundo.

- Ao final da pré-escola, as crianças podem raciocinar de maneira a proporcionar pontos de partida muito úteis para o desenvolvimento do raciocínio científico. No entanto, estas habilidades de raciocínio podem estar limitadas pelo seu conhecimento conceitual, a natureza da tarefa e sua percepção a respeito do seu próprio pensamento.

A conclusão é que se pode pedir mais e mais cedo, às crianças, do que normalmente se supõe, mas a identificação do que deve ser ensinado a cada etapa do seu desenvolvimento, e como melhor fazê-lo, ainda é um tema de muita pesquisa e incerteza.

Os professores

Se o professor não tiver familiaridade e interesse pelas ciências, e não souber motivar e estimular seus alunos, ele não tem como desenvolver uma educação em ciências de qualidade. Eis o que faz um professor efetivo na educação em ciências: (Beatty 2005)

- Cria um ambiente físico, social e emocional que dá apoio à indagação;
- Observa as crianças e age a partir destas observações.
- Reconhece o trabalho das crianças
- Amplia as experiências das crianças, baseadas em suas atividades.
- Conduz atividades que ampliam o raciocínio das crianças.
- Aprofunda o entendimento das crianças por meio de discussões, perguntas, representação e documentação.

Para poder desempenhar bem estas funções, a professora precisa conhecer bem o conteúdo dos temas científicos que está ensinando, e ter a formação pedagógica requerida para este tipo de trabalho com as crianças, que é diferente das formas de ensino mais convencional. Na educação secundária, se supõe que os professores sejam especialistas nas matérias que ensinam. Na educação inicial, no entanto, a professora de classe é responsável por todas as matérias, e sua formação científica tende a ser bastante limitada. Uma conseqüência disto é que ela prefira evitar os temas de ciência, e dê preferência a outras questões (Harlen 1996). A outra conseqüência é que os temas de ciência

sejam tratados de forma muito superficial, muitas vezes errônea, ou como atividades lúdicas sem conteúdos científicos efetivos.

A pouca familiaridade dos professores de classe com a ciência é um fenômeno quase universal, e particularmente grave no Brasil. No passado, nas antigas escolas normais de nível médio, a formação pedagógica era dada concomitantemente com a formação nas matérias que os professores deveriam ensinar. Era uma formação convencional e simples, mas geralmente sólida, no uso correto da linguagem, aritmética, geometria, geografia, história e ciências naturais. Hoje, os cursos superiores de pedagogia supõem que os futuros professores já cheguem à universidade tendo adquirido estes conhecimentos, no ensino médio, uma suposição geralmente falsa, dada a precariedade geral da educação secundária, e o fato de que os cursos de licenciatura são muitas vezes segundas escolhas de estudantes que não conseguem passar em exames vestibulares mais competitivos. Será que estes professores sem formação podem se transformar em bons professores de ciências?

Para melhorar esta situação, será necessário atrair para o magistério pessoas de boa formação de nível médio, consolidar o ensino em ciências como área de pesquisa no país, e reforçar o ensino de ciências como matéria obrigatória nos cursos de pedagogia, aproveitando a experiência internacional existente, e dentro de uma política mais ampla de revisão dos cursos de formação de professores (Mello 2000). É muito popular, no Brasil, oferecer cursos de capacitação ou educação continuada para professoras que já estão em exercício de classe, em ciências e em outras áreas. Estes cursos contam pontos que favorecem a carreira dos professores, permitem que eles se afastem por certo período da rotina das escolas, e dão às Secretarias de Educação a sensação de que estão contribuindo para a melhora do ensino. Estes cursos costumam ser proporcionados por universidades privadas e públicas, como atividades de extensão que podem ser remuneradas, ou por empresas especializadas. Muitos interesses convergem, assim para que estes projetos sejam realizados – professores, secretarias de educação, provedores públicos e privados. Pesquisas de avaliação feita com professoras participantes logo após o término dos cursos mostram em geral altos níveis de satisfação, mas não existem praticamente

estudos que comprovem que estes cursos tenham efetivamente impacto significativo no desempenho dos alunos e há fortes razões para crer que, dados isoladamente, dificilmente estes cursos produzirão os resultados que se espera.

O relatório do National Research Council deixa claro que, para ensinar ciência como prática, os professores do jardim de infância e educação fundamental necessitarão de desenvolvimento profissional específico em ciência, tanto na etapa de formação quanto em serviço. Este desenvolvimento profissional deve estar baseado nas ciências que o professor ensina e deve incluir oportunidades de continuar aprendendo sobre ciências, assim como a respeito de como as crianças aprendem ciência, e como a ciência deve ser ensinada. Para que todos os estudantes possam aprender ciência, é necessário ter um sistema coerente de ensino que alinhe padrões, currículo, instrução, avaliação, preparação de professores e desenvolvimento profissional para todas as séries (Duschl et al. 2007 p 296).

Não há muita clareza a respeito de qual nível de conhecimento de ciências os professores necessitam para ensinar, e parece claro que nem sempre mais é melhor. Os diversos trabalhos dedicados a isto insistem em que os conhecimentos que um professor de ciências necessita ter são diferentes dos que têm os cientistas que não ensinam, e o nível de formação científica do professor parece ser mais importante nas séries mais avançadas do que nas séries iniciais. Os professores bem formados devem conhecer os conteúdos que são especialmente importantes para o ensino, e saber combinar isto com o conhecimento sobre os processos de aprendizagem das crianças e dos métodos adequados para ensiná-las. O termo "conhecimento de conteúdo pedagógico" (*pedagogical knowledge content*, PCK) é usado para se referir a esta competência específica. Uma maneira de contornar as inevitáveis limitações dos professores seria o desenvolvimento de "atividades que funcionam", definidas como atividades pedagógicas com as quais os professores se sentem confortáveis, que ensinaram antes ou que lhes foram recomendadas, para as quais eles podem reunir os materiais e equipamentos necessários, e sobre as quais possam ter confiança que deixarão os alunos com algum conhecimento científico relevante (Appleton e Kindt 2002; Appleton 2006b).

6. A educação em ciências no Brasil

Primórdios

A preocupação com a educação em ciências não é totalmente nova no Brasil, mas nunca chegou a se constituir como uma área de pesquisa e formação estruturada, nem uma atividade sistemática por parte das agências de governo (Bizzo 2005; Villani, de Almeida Pacca e de Freitas 2009). O positivismo, que influenciou os intelectuais brasileiros desde o século XIX, valorizava a ciência, mas de forma dogmática, como um conjunto de conhecimentos que deveriam ser aprendidos e aplicados, mas não para serem questionados ou pesquisados (Paim 1980; Schwartzman 1991). O Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova de 1932 preconizava a educação em ciências a partir do ensino médio e superior, que acabou prevalecendo, com a separação do ensino médio entre os cursos "clássicos" e "científicos", que davam acesso à educação superior, e os cursos profissionais para os ofícios da indústria, do comércio e da agricultura. Até a criação dos primeiros programas de pós-graduação no Brasil, na década de 70, a única maneira de se formar em ciências no país era através do trabalho direto como discípulo de um pesquisador já estabelecido, na maior parte dos casos formado do exterior. Nos anos 50, a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências, FUNBEC, sob a liderança de Isaias Raw[18], deu início a um projeto de desenvolvimento de equipamentos de baixo custo para o ensino de ciências no segundo grau, experiência considerada muito bem sucedida, e que é precursora do movimento "Mão na Massa" no país.

[18] Possui graduação em Medicina pela Universidade de São Paulo (1950) . Atualmente é Pesquisador da Universidade de São Paulo e Pesquisador do Instituto Butantan. Tem experiência na área de Bioquímica , com ênfase em Química de Macromoléculas (Currículo Lattes)

ISAIAS RAW – A EXPERIÊNCIA DO FUNBEC

Foi na Faculdade de Medicina que surgiu o Ibecc-Funbec, que inovou o ensino das ciências nas escolas secundárias. Associou-se à US National Science Foundation, Fundação Ford e União Panamericana, recrutando cientistas de alto nível (não professores do secundário ou pedagogos) para rever metas e conteúdo dos novos textos (que no Brasil deu origem à editora da UNB), que exigiram livros de apoio e curso para os professores, dando ênfase ao ensino experimental, criando novos equipamentos de baixo custo e que permitiam aos alunos fazer experiências e tirar conclusões". (...) O plano de ressuscitar os "Kits Cientistas", cuja tiragem foi de mais de 2 milhões, levará para as casas e para as escolas a possibilidade de aprender de experiências realizadas, observações e interpretações pelos jovens estudantes, que não seriam mais reféns de falsas informações. Como a sociedade esquece, somos obrigados a reinventar" (entrevista à *Folha de São Paulo*, 15 de abril de 2009)

Quadro 11

As expectativas da educação em ciências no ensino básico: os parâmetros curriculares

Formalmente, as expectativas que existem no Brasil a respeito da formação científica e tecnológica dos jovens estão expressas nos "Parâmetros Curriculares Nacionais" para o ensino fundamental e médio, publicados pelo Ministério da Educação. São documentos extensos, cuidadosamente elaborados, que procuram explicitar tanto a importância geral da formação e conhecimentos científicos para os cidadãos como os conteúdos e competências específicos que os estudantes deveriam adquirir ao longo de sua educação, embora não cheguem a identificar os conteúdos específicos que os estudantes deveriam aprender a cada nível, de forma semelhante aos *benchmarks* norte-americanos. Conforme os parâmetros curriculares para as ciências naturais no ensino fundamental, ao final deste ciclo de estudos os estudantes deveriam ser capazes de

- compreender a natureza como um todo dinâmico, sendo o ser humano parte integrante e agente de transformações do mundo em que vivem;
- identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica;
- formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar;

- saber utilizar conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida;

- saber combinar leituras, observações, experimentações, registros, etc., para coleta, organização, comunicação e discussão de fatos e informações;

- valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento;

- compreender a saúde como bem individual e comum que deve ser promovido pela ação coletiva;

- compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, distinguindo usos corretos e necessários daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza e ao homem. (Brasil Ministério da Educação Secretaria de Educação Fundamental 1997)

Se no primeiro ciclo da educação fundamental (até o 5º ano no programa de 9 anos) o ensino é proporcionado por uma única professora regente de classe, a partir da 6º ano, assim como no ensino médio, a educação em ciências deve ser dada por professores especializados. Esta divisão disciplinar não reduz, no entanto, a importância das funções mais amplas que a educação em ciências deve ter. Conforme dito nos parâmetros para o ensino médio,

> Ao se denominar a área como sendo não só de Ciências e Matemática, mas também de suas Tecnologias, sinaliza-se claramente que, em cada uma de suas disciplinas, pretende-se promover competências e habilidades que sirvam para o exercício de intervenções e julgamentos práticos. Isto significa, por exemplo, o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional. Com esta compreensão, o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social. Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana (Brasil Ministério da Educação 2000).

Logo a seguir o documento reconhece que a realidade ainda está muito longe deste ideal, que poderia, no entanto, ser alcançado:

> Uma concepção assim ambiciosa do aprendizado científico-tecnológico no Ensino Médio, diferente daquela hoje praticada na maioria de nossas escolas, não é uma utopia e pode ser efetivamente posta em prática no ensino da Biologia, da Física, da Química e da Matemática, e das tecnologias correlatas a essas ciências. Contudo, toda a escola e sua comunidade, não só o professor e o sistema escolar, precisam se mobilizar e se envolver para produzir as novas condições de trabalho, de modo a promover a transformação educacional pretendida.

De fato, a distância entre o que ocorre hoje na educação brasileira e estes ideais dos parâmetros curriculares é imensa: existem problemas graves de qualidade no ensino fundamental, o ensino médio ainda está longe de ser universalizado, como deveria, e os níveis de desempenho dos alunos, medidos tanto pelas avaliações nacionais como o Sistema de Avaliação da Educação Básica, SAEB[19] e a Prova Brasil[20], do Ministério da Educação, quanto por estudos internacionais como as avaliações PISA, da Organização para o Desenvolvimento e Cooperação (OECD)[21], dos quais o Brasil participa regularmente, são extremamente baixos. Além disto, os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio do IBGE de 2007 indicam que somente 48% dos jovens brasileiros entre 15 e 17 anos de idade estavam matriculados no ensino médio em setembro daquele ano; 31% ainda continuavam no ensino fundamental, e 18% já haviam deixado de estudar.

A educação em ciências como campo de estudo e de pesquisa

Um aspecto central da experiência do FUNBEC, na visão pioneira de Isaias Raw, foi a participação de "cientistas de alto nível (não professores do secundário ou pedagogos)" nas atividades educativas. Mas cientistas profissionais raramente atuam na educação básica, e professores do ensino

[19] http://www.inep.gov.br/basica/saeb/default.asp

[20] http://www.inep.gov.br/basica/saeb/prova_brasil/

[21] http://www.pisa.oecd.org

básico e pedagogos bem qualificados são essenciais para que estes projetos possam se consolidar. Esta separação entre cientistas preocupados com educação, por um lado, e professores e pedagogos com pouca ou nenhuma formação científica, por outro, é um dos principais problemas para a implantação da educação em ciências nas escolas brasileiras.

Do lado dos educadores, a Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação – ANPED, com mais de 80 sócios institucionais em todo país, possui 24 grupos de trabalho que organizam as sessões nas reuniões anuais, mas somente um deles, o de Educação Matemática, se aproxima do tema da educação em ciências. Por outro lado, já existe um conjunto significativo de grupos dedicados ao ensino das disciplinas especializadas, aonde predominam departamentos universitários ligados às ciências exatas, e já é possível falar de um campo emergente de pesquisas sobre o ensino de ciências no Brasil (Nardi e Almeida 2007). A área de Ensino de Ciências e Matemática da CAPES engloba 21 mestrados acadêmicos, 16 profissionais e 8 doutorados em 33 programas[22]. Várias sociedades científicas, como a Sociedade Brasileira de Física, a Sociedade Brasileira de Matemática e a Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular mantém atividades voltadas para o ensino de ciências, e existem algumas publicações especializadas também ligadas a departamentos ou sociedades científicas.[23] A Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência lista mais de uma centena de centros e museus de ciência no pais, muitos deles com projetos ativos de educação científica para professores, estudantes e o público em geral (Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência 2005). A Fundação Vitae, ativa no Brasil até 2005, teve um papel muito importante ao financiar muitas destas iniciativas mais importantes (Fundação Vitae 2006).

---

[22] Marco Antônio Moreira, *A área de Ensino de Ciências e Matemáticas da CAPES*, apresentação em powerpoint disponível em http://www.ieee.org/portal/cms_docs_iportals/iportals/education/preuniversity/tispt/Region9/challenges_opportunities.ppt , acessada em 12/06/2009.

[23] *Investigações em Ensino de Ciências*, publicada desde 1996 pelo Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e *Ciência & Educação*, publicada desde 2005 pelo programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da UNESP em Bauru; *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, publicada pela Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular desde 2001.

7. Os projetos brasileiros de educação em ciências

A maioria dos projetos de educação inicial em ciências existentes no Brasil concentra sua atenção nos aspectos motivacionais e no desenvolvimento das atitudes de observação e manipulação de materiais, com transmissão de determinados conhecimentos científicos iniciais, através de módulos temáticos. Os estudantes são estimulados a levantar questões, tanto quanto possível próximas a suas experiências de vida, e, para encontrar as respostas, manipulam materiais e instrumentos, discutem em grupo os resultados encontrados, e registram seus resultados de forma escrita. Em alguns casos, a intervenção do professor é mínima; em outros, o professor tem uma idéia bem clara dos resultados que espera que os estudantes encontrem, e dos conceitos e teorias científicas que devem aprender. Em alguns casos, também, professores e estudantes têm à sua disposição guias e livros didáticos que podem ser consultados a respeito de como escolher os temas, proceder aos experimentos e encontrar explicações. Em outros, os postulados construtivistas são mais extremados, os estudantes trabalham com um mínimo de intervenção, e não dispõem de livros didáticos de referência.

De toda a ampla gama de experiências e programas identificados no país que visam tornar o ensino de ciências mais atraente e eficaz, tanto no sistema de ensino como em iniciativas não-formais, este relatório procurou se centrar nos programas, formais ou não, que têm por foco o ensino de ciências para crianças das primeiras séries do ensino fundamental, seja diretamente ou através da formação de professores que atuam nestas classes. Os cursos realizados dentro dos currículos regulares de licenciaturas e pedagogia ficaram fora desta investigação.

ABC na Educação Científica Mão na Massa: aspectos gerais

O atual Projeto ABC na Educação Científica Mão na Massa teve início em um acordo de cooperação entre as Academias de Ciências do Brasil e da França, para implantar em escolas públicas brasileiras um programa de educação

científica com base no modelo do Programa *La Main à la Pâte*, focado nos primeiros anos do ensino fundamental.

Os dez princípios do "Programa ABC na Educação Científica - Mão na Massa"

Desenvolvimento pedagógico:

1. As crianças observam um objeto ou um fenômeno do mundo real, próximo e perceptível e experimentam com ele.

2. Durante suas investigações as crianças argumentam, raciocinam e discutem suas idéias e resultados, constroem seu conhecimento - uma atividade puramente manual não é suficiente.

3. As atividades propostas aos alunos pelo professor são organizadas em seqüências de acordo com a progressão de sua aprendizagem. Realçam pontos do programa e deixam boa parte à autonomia dos alunos.

4. Um mesmo tema é desenvolvido durante ao menos duas horas semanais ao longo de várias semanas. Durante a escolaridade assegura-se uma continuidade de atividades e métodos pedagógicos.

5. Cada criança terá um caderno próprio com suas experiências e anotações próprias.

6. O objetivo maior é uma apropriação progressiva de conceitos científicos e de aptidões pelos alunos, além da consolidação da expressão escrita e oral.

A parceria:

7. Solicita-se às famílias e aos moradores do bairro a cooperação com o trabalho escolar.

8. Os parceiros científicos nas universidades acompanham o trabalho escolar e colocam sua competência à disposição.

9. Os educadores colocam sua experiência pedagógica e didática à disposição do professor.

10. O professor encontra na Internet módulos a executar, idéias para atividades e respostas às suas perguntas. Ele pode também participar em trabalhos cooperativos, dialogando com colegas, formadores e cientistas

Fonte: Programa ABC na Educação Científica Mão na Massa: http://www.cdcc.usp.br/maomassa

Quadro 12

A partir de contatos iniciais, organizou-se uma visita, financiada com recursos das Academias e do governo francês, ao Projeto *La Main à la Pâte,* em três diferentes regiões da França (Lyon, Bergerac e Creille), feita em maio de 2001, por um grupo de nove educadores brasileiros, coordenados por Dietrich Schiel[24], da Universidade de São Paulo em São Carlos; com a participação de

[24] Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (1964) e doutorado em Física - Technische Universität Stuttgart (1970). Atualmente é professor efetivo da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino à Distância e Educação Para a Ciência, atuando principalmente nos seguintes temas: educação para

Ernst Hamburger[25], também da Universidade de São Paulo, de Danielle Grynszpan[26], do Instituto Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, e de representantes das secretarias de educação estaduais de São Paulo e Rio de Janeiro, e dos municípios de São Paulo, São Carlos e Rio de Janeiro. Após esta visita, deu-se início à implantação do programa no Brasil, com o nome de *ABC na Educação Científica – Mão na Massa*, sediado na Academia Brasileira de Ciências, sob a coordenação de Ernst Hamburger. O nome tem um duplo sentido proposital, aludindo-se tanto ao apoio da Academia Brasileira de Ciências à iniciativa, quanto ao vínculo entre alfabetização e educação científica.

O Projeto teve início em escala piloto com uma parceria entre a Universidade de São Paulo, através dos centros de divulgação científica Estação Ciência da cidade de São Paulo e do Centro de Divulgação Científica e Cultural(CDCC) da cidade de São Carlos, e a Fundação Oswaldo Cruz, com as respectivas secretarias municipais de Educação das cidades de São Paulo, São Carlos e Rio de Janeiro, bem como com as secretarias de educação destes estados.

Logo de início, em junho de 2001, o grupo optou por traduzir um módulo didático francês para aplicação piloto, sobre *Água*, que foi adaptado para o Brasil e testado na Estação Ciência com professores em formação e depois com alunos em sala de aula. Logo depois, foram desenvolvidos materiais próprios nos três pólos. As seqüências francesas *Flutua ou Afunda* e *O Transporte da Água* também

---

a ciência, ensino de física, educação a distância, ensino de ciências e inovações pedagógicas em C&T (do Currículo Lattes)

[25] Possui graduação em física pela Universidade de São Paulo (1954) e doutorado pela University of Pittsburgh (1959). Atualmente é professor titular aposentado do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física Experimental, Física Nuclear e continua ativo principalmente nos seguintes temas: divulgação cientifica, educação e ensino de física e de ciências, popularização da ciência, e inclusão social (do Currículo Lattes)

[26]Possui graduação em Biologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1982), graduação em Psicologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1992), mestrado em Biologia (Biociências Nucleares) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1989) e doutorado em Divulgação Científica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2002). Atualmente é pesquisadora adjunta do Instituto Oswaldo Cruz e pesquisadora da Fundação Oswaldo Cruz - RJ. (do Currículo Lattes)

foram traduzidas e adaptadas pelo CDCC. Atualmente, os três núcleos pioneiros produzem seus próprios módulos didáticos e kits educacionais (Schiel 2005a; Schiel 2005b), com algum intercâmbio. Faz parte da metodologia que os formadores desenvolvam junto com os professores materiais próprios, como forma de apropriação do conhecimento a ser trabalhado com seus alunos posteriormente (Grynszpan 2008), mas isso tende a multiplicar esforços e custos, e superpõe produções. Em 2008, o Núcleo da Fiocruz começou a preparar dois de seus *kits* de ensino para utilização na rede *IndagaLA,* de países de língua espanhola[27], também do Programa *La Main à la Pâte*: *Planeta Água*, *Planeta Terra* e *ABC Dengue*.

Hoje, depois de oito anos de experiências-piloto, o programa Mão na Massa no Brasil consiste em um conjunto de iniciativas independentes sediadas em diversas instituições, todas funcionando sob a mesma denominação ABC na Educação Científica Mão na Massa, procurando levar à frente os princípios gerais da metodologia adaptada da França e trocando alguma informação. Não existe articulação central ou uma diretriz única, nem informação consistente em cada núcleo sobre o que os demais estão fazendo. Cada unidade trabalha com autonomia de decisão, foco, produção de materiais e obtenção e gestão independente de recursos.

Os três principais núcleos de irradiação continuam sendo os primeiros: o da Estação Ciências da USP, liderado por Ernesto Hamburger; o do Centro de Difusão Científica e Cultural (CDCC) da USP de São Carlos, liderado por Dietrich Schiel; e o da Fundação Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, liderado por Danielle Grynszpan. A estes se soma o núcleo da Universidade do Professor, em Viçosa, liderado por Evandro Ferreira Passos[28]. A partir destes núcleos, alguns outros

---

[27] Portal Latinoamericano de apoyo a La educación en ciencias basado en indagación, http://www.indagala.org/ , baseado em Bogotá.

[28] Possui graduação pela Universidade Federal de Minas Gerais (1977), mestrado pela Universidade Federal de Minas Gerais (1981) e doutorado em Engenharia - Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (1986). Atualmente é professor titular do departamento de física da Universidade Federal de Viçosa. Tem experiência na área de Museologia, com ênfase em Museus interativos de ciência e tecnologia, atuando principalmente nos seguintes temas: museus interativos de ciência, capacitação de professores do ensino básico, em especial no projeto mão na massa, que associa o ensino de ciências nas séries iniciais à alfabetização e letramento (do Currículo Lattes)

nós da rede foram se estabelecendo em outras partes do país, geralmente por iniciativa de pessoas que adquiriram formação em um dos três núcleos iniciais ou em Viçosa.

As atividades do Projeto Mão na Massa consistem em programas de formação de professores e orientadores pedagógicos, de diversos formatos e duração; e produção de materiais para trabalho experimental nos cursos de formação e nas escolas. Nenhuma das unidades do Projeto atua diretamente com as crianças, e sim indiretamente, através dos professores que forma. O papel da Academia Brasileira de Ciências tem sido o de legitimar as diversas iniciativas e promover em certa medida o intercâmbio de informações, sobretudo através de reuniões periódicas e seminários anuais. Já foram realizados encontros nacionais no Rio de Janeiro (2002 e 2003), em São Paulo (2004), em Viçosa-MG (2005), São Carlos-SP (2006), Recife-PE (2007) e novamente São Paulo (Estação Ciências) em 2008. A partir de 2005 os encontros passaram a se chamar Seminários Nacionais.

O Quadro 13 apresenta uma lista do que seriam as unidades existentes em 2004, cuja realidade se modificou bastante deste então. Em agosto 2009, foram identificadas 12 iniciativas descritas a seguir. Como a atuação do CDCC foca-se em formação à distância, semipresencial, este pólo tem sido responsável pelo maior número de desdobramentos, como Ribeirão Preto, Vitória, Juazeiro e Petrolina, Jaraguá do Sul, Ibitinga, Piracicaba, Uberlândia, Ilhéus/Itabuna e o próprio pólo de Viçosa. Mas nem todos estes desdobramentos continuam em atividade, ou conseguiram por sua vez constituir pólos de irradiação. Em sua maioria, como será visto adiante, mantêm-se pela presença de um especialista filiado a uma universidade ou centro de ciências, que recebeu formação, trabalhando individualmente ou com pequena ajuda.

Programa ABC na Educação Científica Mão na Massa: Núcleos participantes em 2004

São Paulo, SP (desde 2001): Estação Ciência da USP com Secretaria de Estado de Educação e Secretaria Municipal de Educação.

São Carlos, SP (desde 2001): Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP, Diretoria de Ensino e Secretaria Municipal de Educação.

Rio de Janeiro, RJ (desde 2001): Fundação Oswaldo Cruz e Secretaria de Estado de Educação.

Ribeirão Preto, SP (desde 2003): Casa de Ciência Galileu Galilei da Prefeitura Municipal e Secretaria Municipal de Educação.

Jaraguá do Sul, SC (desde 2003): Centro Universitário de Jaraguá do Sul e Secretaria Municipal de Educação.

Vitória , ES (desde 2003): Universidade Federal do Espírito Santo, Núcleo de Ciências e Secretaria de Educação.

Campina Grande, PB (desde 2004): Museu de Ciências da Prefeitura Municipal e Secretaria Municipal de Educação.

Salvador, BA (desde 2004): Centro de Ciências da Criança e do Adolescente da Organização de Auxílio Fraterno.

Viçosa, MG (desde 2004): Centro de Referência do Professor da Universidade Federal de Viçosa e Secretaria de Estado de Educação.

Juiz de Fora, MG (desde 2004).

Piracicaba, SP (desde 2004): Universidade Metodista de Piracicaba.

Fonte: Schiel, D. (ed.). Ensinar as Ciências na Escola: da educação infantil à quarta série, CDCC/USP, 2005, www.educar.sc.usp.br/mm

Quadro 13

Estação Ciência da Universidade de São Paulo.

O Pólo Estação Ciência foi inaugurado em 2001, depois de duas reuniões com o grupo francês e logo após a primeira visita ao projeto *La Main à la Pâte* na França, como relatado em seção anterior. David Jasmin (que se tornou mais tarde diretor-executivo do *La Main à la Pâte* na França) e Norberto Cardoso Ferreira[29] sugeriram implantar o projeto na Estação Ciência, sob a coordenação

[29] Possui graduação em Licenciatura Em Física pela Universidade de São Paulo (1966), experiente professor de ensino básico, mestrado em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo (1980) , doutorado em Educação pela Universidade de São Paulo (1985) e pós-doutorado pela Université de Paris VII – Université Denis Diderot (1988) . Atualmente é Professor colaborador da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Formação de Professores (do Currículo Lattes)

geral de Ernst Hamburger, então diretor da Estação Ciência e membro da Academia Brasileira de Ciências.

O pólo funciona e é mantido pela Estação Ciência, centro de ciências interativo mantido pela Pró-reitoria de Cultura e Extensão Universitária da USP; atualmente o *site* do pólo está junto com o *Projeto Ciência à Mão*, dedicado ao ensino de ciências[30]. O pólo trabalha na formação de formadores e de professores em serviço, em longa duração (mínimo um ano), mas também através de mini-cursos (16 horas em 4 encontros) e oficinas de meio dia ou um dia de duração (4 a 8 horas). Depois que passam pela formação, os professores podem em princípio manter contato com estagiários e a equipe fixa do projeto para buscar subsídios e tirar dúvidas.

A formação consiste em fazer com que professores coordenadores de cada escola trabalhem em conjunto determinados temas utilizando os métodos de indagação e discussão em grupo, consultando a bibliografia e fazendo experimentos, para que possam depois replicar a mesma metodologia com outros professores e alunos. As oficinas de formação são oferecidas fora do horário de trabalho dos professores, em geral aos sábados, como ocorreu em 2007. Em 2008, realizaram-se mini-cursos para professores e coordenadores pedagógicos, da rede municipal.

Na rede estadual na cidade de São Paulo, em 2001, o projeto começou em quatro escolas, cada qual com a participação de quatro professores da 1ª à 4ª séries do Ensino Fundamental mais o coordenador pedagógico, sendo acompanhados pelo assistente técnico pedagógico da Diretoria de Ensino à qual as escolas pertenciam. Ao mesmo tempo, na Rede Municipal, 60 professores desenvolveram o projeto com 1940 alunos de 1º à 4º série inicialmente em três escolas, evoluindo para 28 escolas em 2002, cada qual com a participação de um professor e um coordenador.

Em 2005 a equipe de formadores começou a produzir materiais próprios. Já foram desenvolvidos oito módulos didáticos, cada qual abrangendo dois meses de aula. Um módulo é composto de material de apoio para o professor, sugestão

30 http://www.cienciamao.if.usp.br/index.php

de atividades, formulários de registro do aluno e kit de experiência para a sala de aula, em geral um para cada professor, para uso em sala de aula. Os *kits* consistem de materiais simples, como garrafas PET, canudos, bexigas de borracha, etc. , de modo que a escola pode providenciar 5 a 10 conjuntos para cada sala, sem dificuldade.

Com a municipalização do ensino fundamental, a partir de 2004 a Secretaria Estadual de Educação (SEE) começou a perder interesse pelo projeto. Nesse ano, o projeto trabalhou com 13 escolas estaduais e em 2007 só participaram 3 escolas. O esforço principal se concentrou então na rede municipal.

Em julho de 2009, os contatos com a Secretaria Estadual de Educação foram retomados, a equipe do Pólo Estação Ciência Mão na Massa foi convidada a apresentar a proposta de um programa de formação de professores em serviço e também para novos professores, em São Paulo, Capital, e na Grande São Paulo. Além disso, foi pedida uma proposta para revitalização da escola estadual de tempo integral, incluindo ciência, tecnologia e arte, em horário complementar às aulas.

Na rede municipal houve colaboração desde 2001, mas formalizada e ampliada a partir de 2006, quando foram atendidos professores de 89 escolas, pertencentes a 11 Diretorias Regionais de Educação, das 13 existentes no município. Em 2007, também foram 89 e em 2008, 71 escolas. O modelo de formação foi modificado nesta parceria. A equipe do Mão na Massa responsabilizou-se pela formação de coordenadores educacionais e coordenadores pedagógicos, isto é de formadores, que por sua vez formariam os professores nas escolas, com suporte da equipe do projeto e acompanhamento de tutores. O projeto foi introduzido como optativo (do ponto de vista da escola) na rede municipal juntamente com o projeto prioritário e obrigatório *Ler e Escrever*, destinado a sanar as baixas taxas de alfabetização. Os dois projetos têm premissas pedagógicas semelhantes (como p.ex. ênfase na atividade do aluno, trabalho em grupo, valorização da discussão e da redação) e conviveram bem, reforçando-se mutuamente. Em quase todas as coordenadorias regionais houve duas ou mais escolas interessadas em aplicar o projeto. Mais tarde, quando, dentro do *Ler e Escrever foi* lançado o eixo "Natureza e Sociedade", a metodologia

do projeto Mão na Massa serviu de base. Em julho de 2009, depois de vários meses de negociação, a Secretaria Municipal não renovou o convênio com o Projeto Mão na Massa, alegando falta de verba, e informando que mantém o interesse, porém só conseguirá executá-lo se o Projeto conseguir um patrocinador externo. Um resumo do atendimento do pólo Estação Ciência ao longo dos anos pode ser visto no Quadro 14.

Resumo de atendimento do pólo Estação Ciência ABC na Educação Científica Mão na Massa					
	SEE		SME		
	escolas	**professores / CPs**	**escolas**	**formadores / CPs**	**acompanhamento**
2001	4	16 (4 p/esc)			4 escolas
2002	8	(2 p/esc + 1 CP)			8 escolas
2003	8	(2 p/esc + 1 CP)			8 escolas
2004	13	(2 p/esc + 1 CP)			13 escolas
2005	13	(2 p/esc + 1 CP)			13 escolas
2006	13	(2 p/esc + 1 CP)	89	1 CP + 1 formador de cada DRE	20 escolas SME - visita por amostragem SEE
2007	3	(2 p/esc - Ciências e Português) + 1CP	89	1 CP + 1 formador de cada DRE	30 escolas SME
2008	-		71	1 CP + 1 professor de apoio +1 formador de cada DRE	30 escolas SME
2009	interrompido	interrompido	interrompido		
Total	62		249		
Além disso foram ministrados mini-cursos para a rede municipal em 2006 (16 horas)					
Atuação com professores de salas especiais: em 2001 era 1 professor, em 2002, estimam-se que eram 10 com deficientes auditivos, físicos e mentais.					
2006 a 2008 - 1 (uma) escola de educação especial (escola para surdos)					
2009 - permitia-se a participação de 1 professor de apoio de cada escola, na segunda parte do encontro de					
SEE = Secretaria Estadual de Educação					
SME = Secretaria Municipal de Educação					
DRE = Diretoria Regional de Ensino					

Quadro 14

No momento, o Pólo Estação Ciências dedica-se a três atividades: finalizar os módulos já preparados, revisá-los e ajustá-los; produzir artigos com a profusão de dados e informações de que dispõe; realizar oficinas mensais na Estação Ciências, não voltadas especialmente para escolas, mas para o público em geral que visita a Estação nos finais de semana, como maneira de cumprir sua missão de sensibilizar para a ciência e a metodologia científica. As atividades estão sendo inteiramente financiadas pela Estação Ciência, incluindo a equipe externa, para não dispersá-la. Está previsto para ser realizado de setembro a novembro de 2009 um curso sobre *Solos,* destinado a professores de ensino fundamental, ministrado na metodologia do Mão na Massa e oferecido como curso de extensão pela Pró-reitoria de Ensino da USP, com 40 horas em encontros quinzenais de quatro horas cada.

O pólo Estação Ciência possui quatro módulos didáticos registrados na Biblioteca Nacional: *Ar*, *Solos* e *Escola e Meio Ambiente*, dirigidos às séries iniciais do Ensino Fundamental (1º ao 5º ano), e *Ecossistemas Brasileiros*, para o Ciclo II do Ensino Fundamental. Alguns módulos estão em processo de revisão, como *Água e Ambiente, O Ser Humano e Ambiente*, e *Flutua ou Afunda*. Além de roteiro de experiência e orientação ao professor, os módulos incluem kits a serem usados em sala de aula. Cada módulo cobre cerca de dez aulas ou dois meses de atividade.

Nesses materiais não há uma preocupação explícita de tratar dos temas do currículo escolar, mas são temas presentes em qualquer currículo do ensino fundamental, bem como nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Os módulos apresentados no livro original do *La Main à La Pâte* francês traduzidos ao português atendem ao currículo nacional francês (Direction de l'enseignement scolaire 2002) Em 2008, foi incluído o tema *Natureza e Sociedade*, por solicitação da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, como um dos objetivos das formações.

Em 2007 e 2008, o programa desenvolvido com a Secretaria Municipal de Educação de São Paulo passou por avaliação diagnóstica, formativa, realizada em conjunto pela equipe do Mão na Massa com especialistas da Secretaria Municipal de Educação (Maria Virgínia Ortiz Camargo, da Diretoria de Orientação Técnica/ DTO, e Maria Teresinha Figueiredo, Assessora para as ações de avaliação do projeto, na Secretaria), com o objetivo de verificar como o projeto se desenvolveu em sala de aula, se houve assimilação do processo investigativo pelos alunos e possíveis mudanças na prática do professor, e se houve indícios de melhoria no ensino de ciências nas escolas que adotaram o programa. Das 71 escolas cujos professores participaram do Programa no ano, 58 foram incluídas na avaliação, com 64 classes (no mínimo uma de cada escola onde o programa se implantou), num total de 1.700 alunos. A participação das escolas na avaliação foi voluntária, e cada escola escolheu uma classe para participar. Realizada em dois dias consecutivos, o trabalho de avaliação consistiu em observar o desenvolvimento de uma atividade em sala de aula, cumprindo todo o ciclo previsto, sob orientação do professor, dentro da metodologia preconizada. Os alunos foram observados pelo professor, pelo coordenador pedagógico e às

vezes por um formador ou estagiário do projeto. O tema da avaliação só foi conhecido pelos professores e coordenadores um dia antes da avaliação, que ocorreu simultaneamente em todas escolas, em dois dias seguidos. Além disso, os alunos responderam a um questionário composto por sete questões de múltipla escolha e uma dissertativa sobre a experiência realizada. A avaliação se completou com o preenchimento de protocolos de observação das ações dos professores e alunos (pelos coordenadores pedagógicos das escolas e formadores das diretorias regionais e da Estação Ciência) e de questionários respondidos por formadores, coordenadores pedagógicos e professores.

As conclusões foram reunidas em três volumes, junto com a coleção de respostas e formulários, entre as quais destacam-se as mudanças de atitude dos alunos em relação não só à ciência, como à curiosidade e à postura investigativa e indagativa, relacionando seu cotidiano ao que aprendeu na escola. Outro ponto, apontado por professores, é que embora os resultados em sala de aula sejam melhores, mais interessantes, com maior participação dos alunos, as aulas se tornam também mais trabalhosas, não só de preparar, mas de mediar. As principais conclusões do processo avaliativo estão resumidas no Quadro 15.

Conclusões da avaliação do projeto Mão na Massa – São Paulo

- Troca de experiência entre pares apontada como ponto relevante no desenvolvimento da metodologia, por formadores das Diretorias Regionais de Ensino / DRE, professores e coordenadores pedagógicos.
- A metodologia favorece a interação com outras áreas, que incentiva o aluno a observar seu cotidiano e fazer correlações com o que aprende na escola.
- 50% dos Coordenadores Pedagógicos e 54% dos professores apontam que o ensino de ciências se torna mais trabalhoso.
- O projeto estava incluído no Projeto Pedagógico de 79% das escolas e fazia parte do Projeto Especial de Ação de 67% delas.
- A aplicação em sala de aula variou de menos de um ano a três anos.
- As respostas indicam que a metodologia é aplicada em algumas aulas de ciência, mas não em todas e só 22% dos professores afirmam aplicá-la a todas as aulas.
- Do ponto de vista atitudinal, os alunos demonstram maior interesse pelas ciências, participam mais das aulas, aprimoram sua capacidade de observar e refletir sobre suas hipóteses.
- Do ponto de vista cognitivo: os alunos desenvolvem o raciocínio lógico, oralidade, escrita e apropriação de conceitos científicos.
- Do ponto de vista procedimental/processual: maior busca pela solução de problemas, maior interesse pela pesquisa e seus procedimentos, mais respeito pela exposição de idéias de outros.

Quadro 15

O projeto concorre com outros programas e prioridades das Secretarias de Educação de São Paulo, tanto estadual como municipais. Em 2005, no ciclo 1, a prefeitura adotou o programa Ler e Escrever, e em 2008 o Estado também o adotou em todas as escolas. A metodologia é muito semelhante à do Mão na Massa, centrada em indagação e desafios, e as escolas dizem que não têm condições de executar todos os projetos propostos. Como a adesão da escola e dos professores à metodologia do Mão na Massa é voluntária, sua disseminação é lenta no melhor dos casos. Idealmente, o professor começaria combinando esta metodologia com aulas tradicionais e aos poucos, pela boa reação e desempenho dos alunos, lhe daria maior peso. Mas, como apontado na avaliação municipal, apenas 22% dos professores participantes do projeto em 2008 adotavam a metodologia em todas as suas aulas de ciências.

O Projeto em São Paulo trabalha com uma equipe fixa, composta por especialistas ligados à USP e também cedidos por outras instituições. Há duas coordenadorias, uma voltada para o ensino fundamental 1, composta por uma

coordenadora, quatro especialistas/formadores e seis estagiários; e uma equipe voltada para o ensino fundamental 2, também responsável pelo site, composta por dois coordenadores, dois funcionários especialistas, três estagiários e um doutorando. Os atuais nove estagiários são originários de vários cursos de universidades tais como USP, UNICAMP E UNESP, pagos com verba da prefeitura, e o doutorando tem verba da CAPES. Há dois outros doutorandos, ajudando a equipe, mas não ligados especificamente ao programa. Todos os especialistas têm pelo menos nível de mestrado.

O coordenador e a equipe do projeto identificam alguns dos desafios mais importantes que devem ser enfrentados para que o programa se amplie e consolide: a instabilidade dos convênios com as secretarias de educação, necessários para que os professores da rede pública participem das oficinas em horários apropriados e tenham prioridade na aplicação da metodologia em suas escolas; a rotatividade dos professores e a equipe pedagógica nas escolas, fazendo com que muitos trabalhos iniciados não tenham continuidade; o tamanho reduzido da equipe permanente do projeto, necessária para ampliar e multiplicar a preparação dos módulos e conduzir as oficinas de formação; e longo tempo requerido para que os professores que passem pela formação incorporem efetivamente a metodologia do programa e se sintam seguros em sua aplicação – dois a três anos, comparado com a duração relativamente curta dos módulos de formação (note-se que esse período é também citado como típico para professores em outros países, como EUA e França). A expectativa é que, com o tempo, estes problemas sejam superados, e o programa se consolide.

Pólo do Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo em São Carlos

O pólo funciona desde 2001. Foi o primeiro a produzir material local para uso na formação de professores; foi responsável pela tradução do livro do projeto francês; desenvolveu uma plataforma de educação à distância pela adaptação de softwares livres; e uma metodologia de formação semipresencial de professores e formadores dentro da abordagem Mão na Massa. Além disso, mantém um site com muita informação, artigos, módulos didáticos, materiais pedagógicos diversos, roteiros de experiências para o professor, anais das

Mostras, além de links para as demais unidades do Projeto Mão na Massa, inclusive links internacionais ao Programa *La Main à la Pâte*, francês, ao *IndagaLA* Latino-americano, e aos projetos nacionais de Argentina, Colômbia e Panamá. O programa é dirigido por Dietrich Schiel, e a coordenadora pedagógica é Angelina Sofia Orlandi Xavier[31], formada em química, com apoio de Sandra Ruffino[32], Silvia Aparecida Martins dos Santos[33], Antônio Carlos de Castro[34] e Vanilde de Fátima Bongiorno[35].

O trabalho principal do pólo consiste em formar professores em cursos de 40 horas, utilizando a metodologia do Mão na Massa. Quando os cursos são oferecidos em convênio com a Secretaria Estadual de Educação, contam pontos para a progressão dos professores em sua carreira funcional, o que não ocorre quando o curso é certificado somente pela Pró-Reitoria de Cultura e Extensão da USP. Para os professores da rede municipal, ambas certificações contam pontos para suas carreiras. A partir de 2007, a Secretaria Estadual de Educação deixou de liberar seus professores da sala de aula para participar dos cursos, que devem ser feitos em horários alternativos. Isso desestimula a participação dos professores nos cursos.

O pólo especializou-se no desenvolvimento de módulos à distância para formação de professores e formadores, o que permite em princípio a expansão

---

[31] Possui graduação (1980) e mestrado (1984) em química pelo Instituto de Física e Química da USP em São Carlos) doutorado em ciências pelo mesmo departamento (1990), e especialização em Formação de agentes locais de sustentabilidade sócio-ambiental pela USP (2004). Atualmente é Químico Superior da Universidade de São Paulo (do Currículo Lattes)

[32] Possui graduação em Ecologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1999) e mestrado em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (2003). Atualmente é professora de Educação Infantil na Secretaria Municipal de Educação de São Carlos e doutoranda pela Universidade Federal de São Carlos (do Currículo Lattes)

[33] Possui graduação em Ecologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1983) e mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo (1998) (do Currículo Lattes)

[34] Possui graduação em Física pela Universidade de São Paulo (1985), mestrado em Física São Carlos pela Universidade de São Paulo (1993) e doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais Interunidades pela Universidade de São Paulo (1999) (do Currículo Lattes).

[35] Possui graduação em Pedagogia pela Universidade Federal de São Carlos (1980) (do Currículo Lattes).

da rede. Não trabalha diretamente com alunos. O formato implica em encontros virtuais ou presenciais separados por um mês de intervalo, período em que os professores aplicam o que aprenderam em sala de aula, inclusive utilizando material dos kits de experiências, e retornam com o relato da aplicação da metodologia, dúvidas, pontos positivos e dificuldades.

O primeiro curso de capacitação para professores de 1ª a 4ª série foi oferecido de julho a dezembro de 2001. com carga horária de 40 horas. O primeiro material utilizado foi traduzido do francês, *Enseigner les Sciences à l'École* (Direction de l'enseignement scolaire 2002), mas nesse mesmo ano já se deu início ao desenvolvimento de módulos ou roteiros didáticos e kits de aplicação próprios. Já são oito os módulos desenvolvidos (*Transporte da Água, Flutua ou Afunda, Estados Físicos da Água, Astronomia, Cartografia, Resíduos Sólidos, Órgãos dos Sentidos* e *Diagnóstico Ambiental*), além da tradução do livro francês. Atualmente estão finalizando a preparação de um livro de módulos didáticos para uso de 1ª a 4ª série, com previsão de lançamento em outubro 2009. Não se trata de um livro didático, mas de metodologia e procedimentos, para subsídio do professor e aplicação em sala de aula.

Os primeiros materiais foram financiados pela Fundação Vitae, e agora contam com o apoio do CNPq e Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária da USP. Já houve financiamento da FAPESP. Os kits experimentais temáticos desenvolvidos para alunos dos primeiros anos do ensino fundamental foram disponibilizados para a maioria das escolas estaduais de São Carlos e encontram-se à disposição no CDCC para empréstimo aos professores. Cada maleta possui material para ser trabalhado em sala de aula por 10 grupos de alunos, simultaneamente. Atualmente as maletas ainda são feitas no próprio Centro de Divulgação Científica e Cultural, mas havendo necessidade, podem ser terceirizadas para se produzir grande tiragem.

Em 2002, foi realizado um curso de aperfeiçoamento, com 180 horas-aula, divididas em três módulos ao longo do ano até janeiro de 2003. A partir de 2003 o pólo CDCC foi responsável pela formação de professores e formadores que instalaram unidades do Projeto Mão na Massa em outros municípios brasileiros,

como Ribeirão Preto, Jaraguá do Sul, Vitória, Piracicaba, Campina Grande, Viçosa, Juiz de Fora, Juazeiro, Ilhéus, Uberlândia, Salvador, Brumado.

No início, o recurso utilizado para formação à distância era o chat e o e-mail. A partir de 2008, o CDCC desenvolveu uma plataforma própria, adaptada a partir de softwares livres. Para o futuro, há um projeto de cooperação com a Estação Ciência, utilizando a plataforma para aprendizagem eletrônica e colaboração para as Instituições de Ensino e Pesquisa TIDIA-AE (Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada / FAPESP), que é parte do SAKAI (ambiente colaborativo mundial de desenvolvimento de ferramentas didáticas de educação à distância). O CDCC é laboratório de aplicações da ferramenta AE.

Logo no início das atividades do pólo CDCC, a equipe procurou desenvolver mecanismos de monitoramento dos resultados obtidos nos cursos de formação, em escala experimental. Em 2001 aplicaram-se questionários aos professores que participaram dos cursos e seus alunos para medir a aprendizagem de conteúdos desenvolvidos na metodologia e conteúdos relacionados, com resultados positivos encontrados (Schiel 2005b). Também em 2001 fez-se um estudo comparativo entre o desempenho na prova de português no sistema de avaliação da educação do Estado de São Paulo, SARESP, de 128 crianças de 10 anos de idade, de uma mesma escola. Crianças de classes de professores participantes do projeto Mão na Massa e não participantes foram comparadas. O resultado apresentado em pôster em Congresso na Suécia por D. Schiel, está no Quadro 16.

Resultados da Avaliação de desempenho no teste do SARESP entre alunos participantes ou não do Projeto Mão na Massa		
Critério	Alunos ECBI	Alunos não ECBI
> 15 respostas corretas em 30 questões	59%	51%
Escrita: acerto > 5	83%	61%
Promoção para a próxima classe	84%	83%
Fonte: Schiel, 2005		

Quadro 16

Em 2002, aplicou-se um questionário mais detalhado a professores participantes do curso de aperfeiçoamento já citado, antes e depois da participação, apontando para mudanças na compreensão do tema de ciências e também para o maior tempo utilizado na preparação das aulas de ciências por estes professores formados.

Além destas primeiras tentativas experimentais de monitoramento, não foram desenvolvidos nem implantados mecanismos de avaliação e acompanhamento para saber o que está sendo feito pelos professores que recém terminam a formação ou outros que já passaram por ela há mais tempo. Nem há um acompanhamento de perto do que estão fazendo os diversos profissionais formados que se encarregaram de expandir a metodologia em suas cidades, constituindo as unidades da rede.

Os cursos à distância têm os mesmos níveis de dificuldade e abandono que os demais cursos nesta modalidade: de 100 professores que começam a formação à distância do CDCC, só 19 concluem. Outra grande dificuldade é a dos professores com o uso da tecnologia. Antes de formar o professor na metodologia é preciso familiarizá-lo com o uso de ferramentas colaborativas de texto, imagem, planilhas e *chat.*

No momento o pólo CDCC-São Carlos dedica-se à finalização do livro de módulos, à organização da VI Mostra de Trabalhos e ao desenvolvimento dos cursos "Reflexões sobre a ciência na Educação Infantil" e Ensino de Ciências por Investigação" que tiveram início em agosto. O primeiro curso, com certificação pela USP, tem como público alvo os professores de educação infantil enquanto que o curso "Ensina Ciências por Investigação" tem como público alvo os professores dos primeiros anos do ensino fundamental que receberão certificação pela SEESP.

Em março de 2009, membros da equipe do CDCC desenvolveram o tema "Diagnóstico Ambiental", no curso "ABC na Educação Científica: Curso de Formação de Formadores", que era um compromisso do programa "ABC na Educação Científica – Mão na Massa" assumido junto à OEA. Além da disponibilização do kit experimental, enviado aos presentes, estes foram

formados para serem responsáveis pela divulgação deste material e da metodologia em seus respectivos países. Participaram representantes da Argentina, Colômbia, Guatemala, Panamá, Peru, República Dominicana, Bolívia, Venezuela, Chile e Costa Rica.

Pólo Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz

O projeto ABC na Educação Científica Mão na Massa no Rio de Janeiro, iniciado em 2001, funciona no Instituto Osvaldo Cruz (IOC), uma unidade da Fundação Osvaldo Cruz, em Manguinhos, RJ, sob a coordenação de Danielle Grynszpan, que fez parte da primeira delegação de educadores brasileiros à França, para visitar a operação *La Main à la Pâte* .

A instituição inaugurou em 2001 um Programa de Pós-graduação em Educação Científica, voltado preferencialmente para professores de ensino fundamental e médio da rede pública. O Projeto ABC Mão na Massa dentro da Fiocruz situa-se nesta linha de formação, como um curso de extensão, em nível de especialização em educação científica, com 30 meses de duração, estimulando o desenvolvimento de estratégias e materiais educacionais inéditos para ensino de ciências, desde a educação infantil. Já foram concluídas duas turmas, uma em 2001 e outra em 2004, que produziram 30 monografias de especialização, quatro desenvolvimentos de seqüências didáticas, e um aluno ingressou no mestrado com a apresentação de uma dissertação sobre a avaliação do programa. Uma tese de doutorado está em andamento sobre a metodologia de ensino de ciências baseado em indagação (ECBI), na educação infantil, que também já produziu material testado em escolas.

A proposta pedagógica do projeto no Rio de Janeiro é trabalhar dentro dos parâmetros curriculares nacionais nos temas transversais, para que sua contribuição não seja marginal aos conteúdos desenvolvidos nas escolas. Assim, seu foco tem sido o desenvolvimento e aplicação da metodologia investigativa no tema de Saúde e Meio Ambiente, previsto nos parâmetros É dentro desta linha de trabalho que se situam as seqüências didáticas de *Ar, Água e Corpo*, e todo o desenvolvimento de materiais decorrentes.

Os materiais são desenvolvidos por equipes que reúnem cientistas, professores públicos de ensino fundamental e médio, e especialistas em didática das ciências. Entre os materiais já produzidos e testados em sala de aula encontram-se o kit denominado *Caixa d´Água* e uma versão chamada de *Baldinho D´Água,* para a educação infantil, além dos módulos didáticos *ABC Dengue*; *Em Cadeia ou na Cadeia Alimentar*; *Ciclos da Vida*; *Planeta Terra, Planeta Água*. Os módulos *ABC Dengue* e *Planeta Terra, Planeta Água* foram traduzidos e estão em processo de edição para uso pelos países de língua espanhola que participam da Rede *Indagala.*

Para a adaptação dos materiais em espanhol, o pólo conta com financiamento da Organização dos Estados Americanos, e parceria da Escola Superior de Desenho Industrial da UERJ (ESDI) para melhorar a qualidade das ilustrações e dos próprios materiais. A ESDI também trabalha na melhoria da qualidade dos demais módulos e kits. A sequência didática *Planeta Terra, Planeta Água* tem um conteúdo de astronomia desenvolvido com a equipe do Planetário do Rio de Janeiro.

Por contrato com a Secretaria de Estado da Educação, o Projeto responsabilizou-se em 2001 pela formação de 29 formadores das Delegacias Regionais de Educação (um professor de cada coordenadoria e um do núcleo central da Secretaria). Um segundo contrato, em 2004, ampliou a formação para formadores envolvidos em escolas de formação de professores do antigo curso normal de nível médio. Um terceiro contrato (na verdade um aditamento ao segundo contrato para o período 28 de junho 2007 / dezembro 2010) prevê a implementação de oito Centros Regionais de Educação Científica e Ambiental na Região dos Lagos, Noroeste Fluminense, Baixada Fluminense, Área Metropolitana de São Gonçalo e Niterói, Região Serrana, Centro-Sul (Angra dos Reis), Médio Paraíba, e região Norte. Este projeto conta com o apoio do Consulado Francês no Rio de Janeiro, que possibilita a realização de um curso de francês ligado ao tema do ensino de ciências, para facilitar a interlocução dos professores com seus pares franceses. Dos oito Centros Regionais previstos, a primeira etapa já foi cumprida, e atualmente encontram-se em funcionamento um Centro em Miracema, pólo que congrega o Noroeste Fluminense, e um Centro

em Campo Grande. No Centro Regional do Noroeste Fluminense foi realizada em agosto de 2009 uma atividade de formação reunindo 100 participantes, entre professores e alunos, em atendimento ao pedido da coordenação regional que queria ver a aplicação com crianças feita pelos próprios formadores do Projeto Mão na Massa.

O pólo está negociando com a Secretaria de Estado da Educação um contrato para a implantação de Centros de Educação Científica e Ambiental dentro de um ambicioso projeto de criação de 50 "Eco-Escolas" no Estado, começando inicialmente com oito, e ampliando depois. Isto ocorrendo, seria necessário aumentar a equipe, produzir materiais em maior escala, e implantar um sistema de avaliação e acompanhamento.36

A equipe hoje é muito reduzida, e além da coordenadora e uma assistente, conta com o trabalho de bolsistas pagos com recursos de um contrato com a FAPERJ, no valor total de sessenta mil reais (2 bolsistas professores mestres da SEE, 4 bolsistas de ensino médio e 2 bolsistas de iniciação científica). Os demais custos são cobertos pelo Instituto Osvaldo Cruz e muitos professores que trabalham na formação são voluntários. Pleiteia-se para o próximo ano que a Secretaria de Estado da Educação patrocine horas/trabalho para cerca de 20 a 24 professores, que possam ser distribuídos pelos Centros de Educação Científica e Ambiental.

O site do pólo (http://www.ioc.fiocruz.br/abcnaciencia) passa por uma reestruturação, para poder oferecer materiais diversos e artigos aos professores, e permitir a comunicação entre os participantes dos cursos. A coordenadora tem como objetivo transformá-lo em um portal do professor.

Centro de Referencia do Professor, Universidade Federal de Viçosa

Evandro Passos (físico, com doutorado em engenharia) coordena o Centro de Referência do Professor/CRP, vinculado à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da Universidade Federal de Viçosa, MG, e atuando em convênio com Secretaria

[36] Este projeto das Eco-Escolas não consta ainda das atividades anunciadas pela Secretaria de Educação do Rio de Janeiro em seu site na Internet, http://www.educacao.rj.gov.br/ , acessado em agosto de 2009.

de Estado da Educação de Minas Gerais. O CRP funciona ao lado do Parque da Ciência, dentro do Campus da Universidade.

Em 2003, com uma doação da Fundação Vitae no valor de trinta mil reais para a implantação de um programa itinerante de oficinas de ciências para professores, abrangendo 30 municípios mineiros, decidiu-se pela adoção da metodologia Mão na Massa. Uma equipe do CRP esteve então no CDCC-São Carlos, onde se capacitou na metodologia. Foram formados em São Carlos quatro especialistas: Evandro F Passos, Germán E. C. Cuevas, Fernando Alves Martins e Neli Gonçalves de Souza[37].

De volta à Viçosa, em 2003, foi oferecida uma primeira oficina piloto, em Coronel Fabriciano. Em 2004, a experiência foi levada a outras cidades, dentro projeto itinerante da Vitae: foram ao todo 12 oficinas no âmbito da Superintendência Regional de Ensino de Ponte Nova, que contaram com 280 participantes de 25 municípios do estado. 20 oficinas nas seguintes cidades, atingindo mais de 1.500 professores participantes: Ubá, rede municipal, três; Governador Valadares, rede municipal, quatro; Muriaé, rede estadual duas; Ubá, rede estadual, uma; Ipatinga, rede municipal, oito; e Caratinga, rede estadual, duas. Após terminado o convênio com a Fundação Vitae, as oficinas seguiram em Piranga (rede municipal: 2 oficinas, 80 professores) Coronel Fabriciano (rede municipal, 2 oficinas, 200 professores), Ipanema (rede municipal, 70 professores), todas igualmente com duração de 8h.

Em 2006, o projeto obteve apoio da Fundação de Amparo à de Minas Gerais (FAPEMIG) com o qual se iniciou uma atividade piloto de uso da metodologia que durou de janeiro de 2007 até o final de 2008. Além da cidade de Viçosa, participaram as Secretarias Municipais de Educação das cidades de Raul Soares, Coronel Fabriciano, Nova Lima, Timóteo e Ouro Preto.

---

[37] Possui graduação em agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (1994), graduação em Licenciatura Plena pela Fundação de Educação para o Trabalho em Minas Gerais (1999) e graduação em matemática pela Fundação de Educação para o Trabalho em Minas Gerais (1999) (Currículo Lattes)

Em agosto de 2008 o Centro de Referência do Professor deu início ao *Programa Pró-Ciência*, com a Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais, para capacitação de professores das séries iniciais do ensino fundamental de todas as regiões do Estado, dentro da metodologia do Projeto Mão na Massa. Neste primeiro ano foram capacitados 1.260 professores, sendo 1.010 professores regentes de turma (principalmente do segundo e terceiro anos escolares) e 250 analistas educacionais de todas as 46 Superintendências Regionais de Ensino (DRE). A formação foi realizada, já não mais de forma itinerante, mas em 20 oficinas com carga horária de 4 horas cada, num total de 80 horas de capacitação, concentradas em duas semanas de atividade, com oito horas diárias de trabalho, em grupos de 200 professores. Participaram professores 534 escolas estaduais, indicados pelos respectivos diretores.

Esta formação constou de 14 oficinas de ciências, sobre os temas ar, água, flutuação de objetos, solos, órgãos dos sentidos, plantas, animais, brincando com lixo, papel artesanal, astronomia, horta, teatro, corpo humano e construção de experimentos diversos, e seis oficinas de matemática, que trabalharam com materiais concretos os temas de tratamento da informação, geometria, grandezas e medidas, jogos, sistemas de numeração e desafios com algoritmos. Cada professor recebeu em sua escola um kit produzido no CRP (3 caixas de material + 1 DVD com demonstração de aula + caderno de orientação), inspiradas nas maletas criadas no CDCC-São Carlos, utilizando materiais simples, de baixo custo e acessíveis no mercado, para realização das experiências propostas no roteiro.

Em 2009, as atividades do projeto Pró-Ciência tiveram início em maio, com a previsão de capacitação de mais 1.600 professores no primeiro semestre, também com uma carga horária de 80 horas/aula de oficinas, perfazendo 14 oficinas de ciências e 6 de matemática. Estão previstas oito seções de capacitação quinzenais no ano, incluindo o segundo módulo de aprofundamento.

No modelo de capacitação adotado, o CRP funciona com instrutores que recebem R$ 100,00 por oficina (portanto à razão de R$ 25,00 por hora/aula). Estes instrutores são em geral professores da rede de educação básica na região,

que passam por uma qualificação específica. Os professores enviados pela Secretaria da Educação recebem ajuda de custo de diárias e passagem, e o programa recebe R$1.300,00 por participante, para pagar suas despesas e adquirir os materiais dos kits. Os recursos do convênio são administrados pela Universidade, já que o CRP não tem personalidade jurídica própria.

Todos os materiais utilizados nas oficinas estão disponíveis no site do Programa, em http://www.ufv.br/crp/roteiros.htm . São 23 roteiros de oficinas, alguns mais elaborados que outros, com referência aos parâmetros curriculares nacionais, indicação clara de objetivos e atividades da oficina, como os roteiros de tratamento da informação; jogos matemáticos; grandezas e medidas; geometria.

No final de 2008, realizou-se uma avaliação do primeiro ano de implantação do Programa Pró-Ciência através da análise das respostas a um questionário aplicado aos professores participantes ao final de cada oficina. Este questionário tinha duas perguntas: o que achou da oficina, o que achou do instrutor. Além disso, cada professor preenchia um questionário logo ao chegar ao CRP, que permitiu traçar o perfil dos participantes, e outro, de avaliação, devolvido ao final da formação. Os resultados demonstraram a satisfação e motivação dos participantes, e sua aprovação quanto ao resultado das oficinas e desempenho dos instrutores. Também 70% dos participantes atribuíram nota máxima, numa escala de zero a dez, quando perguntados se estão motivados para implementar as atividades propostas em sala de aula. No entanto, pouco se sabe sobre o desempenho dos professores em sala de aula, depois de terminado o curso. Por isso a estratégia preconizada é de incluir a capacitação de 250 analistas educacionais de todas as Superintendências Regionais de Ensino, para que atuem no suporte aos professores em sala de aula. Há a intenção também de desenvolver um sistema permanente de monitoramento posterior ao curso, com instrumentos de avaliação.

Até o momento, Minas Gerais é o estado brasileiro onde a metodologia do Projeto Mão na Massa atinge maior escala, em termos de número de professores capacitados. No entanto, existem ainda problemas de institucionalização do

programa, e não se sabe efetivamente quantos professores que passam pelo programa realmente incorporam a metodologia e a aplicam em sala de aula, e com quais resultados.

Outros desdobramentos do projeto ABC na Educação Científica

Alem dos quatro núcleos principais, pessoas formadas pelo projeto levaram seus conhecimentos e experiências para outras cidades e instituições, com diversos tipos de resultado.

Ribeirão Preto

As atividades do projeto de Ribeirão Preto começaram em 2003, na Casa de Ciências Galileu Galilei, um centro de divulgação científica ligado à Secretaria Municipal de Educação inaugurado em 2002, que atua na formação continuada de educadores, cursos, exposições, eventos e projetos para estudantes e também abertos ao público. O primeiro a levar a metodologia para o município foi José Alexandre Machado, formado em física e especializado em educação à distância, seguido por Regina Albernaz, bióloga, coordenadora da Casa de Ciências até 2007. Atualmente não se está aplicando a metodologia na formação de professores, e o novo coordenador da casa, Marcelo Pereira, informou que o que há é a Experimentoteca, coleção de kits de experiências e material pedagógico criada pelo CDCC (que não faz parte do Projeto Mão na Massa), cujos materiais são utilizados nos cursos de formação.

Jaraguá do Sul

A pró-reitora acadêmica do Centro Universitário de Jaraguá do Sul, Santa Catarina (UNERJ) e responsável pela difusão local do Projeto Mão na Massa, Anadir Elenir Pradi Vendruscolo[38], graduada em ciências biológicas, informou que no momento as atividades estão paralisadas. Em 2003 o Projeto Mão na

[38] Possui graduação em Ciências para o Primeiro Grau pela Fundação Universidade Regional de Blumenau (1981), graduação em Ciências Licenciatura Plena Em Biologia pela Fundação Universidade Regional de Blumenau (1986) e mestrado em Saúde e Meio Ambiente pela Universidade da Região de Joinville (2001). Atualmente é professor titular do Centro Universitário de Jaraguá do Sul (do Currículo Lattes).

Massa foi implantado através de uma parceria com a prefeitura municipal, em escala piloto, mas a trajetória sofreu o mesmo processo de outras unidades, com a troca de governantes. A continuidade depende de articulação política. Quando adotaram, trabalharam na escola toda, desde o servente até o diretor, para que todos entendessem que algo novo estava acontecendo (por exemplo, a servente encontraria a sala mais desarrumada, com água provavelmente molhando alguns espaços).

Em 2004, decidiu-se pela implantação da metodologia Mão na Massa dentro da disciplina de metodologia e fundamentos no curso de pedagogia da UNERJ, na formação inicial dos professores. Mas, neste ano de 2009, não houve matrículas novas no curso de pedagogia, o que afeta diretamente a continuidade da proposta.

Quando se fez o programa piloto, a metodologia foi testada com crianças da educação infantil com resultados considerados excelentes. Anadir Vendruscolo comenta que só acredita na continuidade do projeto na sua cidade se ele for assumido em conjunto pela secretaria de educação e pelos professores; e se fizer realmente parte da formação inicial do professor, porque se não for assim, o professor vai acabar utilizando a metodologia padrão, por falta de uma referência a quem consultar dentro do sistema em caso de dúvidas, já que é uma metodologia nova, com a qual não está familiarizado.

Formalmente, em Jaraguá do Sul, o projeto Mão na Massa está filiado ao Centro de Educação e Letras, da UNERJ, no programa de Educação Continuada. O Centro participava financeiramente da manutenção do programa, facilitando a ida da coordenadora a cada mês e meio às reuniões do projeto, em São Paulo e também aos seminários nacionais. Como o projeto está paralisado em Jaraguá do Sul, a coordenadora está tentando fazer com que ele seja adotado no município vizinho de Massaranduba.

Juiz de Fora

Em Minas Gerais, além da já relatada experiência em Viçosa no Centro de Referência do Professor, há duas outras unidades do projeto Mão na Massa: na Universidade Federal de Juiz de Fora e na Universidade Federal de Uberlândia.

Em Juiz de Fora, o projeto foi levado por Paulo Belletato[39], físico com doutorado em Química, para a Universidade Federal, aonde ensina, a partir de um contato feito com D. Schiel, no CDCC São Carlos, sobre a Experimentoteca. Em Juiz de Fora o Projeto Mão na Massa é uma atividade desenvolvida no Centro de Ciências, ligado à pró-reitoria de extensão da Universidade Federal. A equipe é composta pelo coordenador, mais um professor de física e uma monitora.

Em 2004, com uma pequena verba do MEC/SESU, foi possível comprar os kits de aplicação e começar a implantação do projeto, em pequena escala, em duas linhas de trabalho complementares. Por um lado, promovendo cursos à distância do CDCC São Carlos, e por outro, com cursos locais de formação de professores, como atividade de extensão do centro de Ciências da UFJF. As duas linhas são alternadas: quando há curso à distância, não se oferecem os cursos locais. Uma vez terminado o curso à distância, a unidade tem autonomia para seguir reaplicando o módulo em treinamentos, com competência local.

O projeto de Juiz de Fora trabalha com convênio com a prefeitura local, para aplicação de 1ª à 4ª série, diretamente com formação dos professores regentes. São cursos anuais, oferecidos ao longo de sete encontros, quando os professores recebem a formação e levam o kit e a metodologia para experimentá-la com seus alunos. Preparam relatório e no mês seguinte discutem no encontro. No momento estão trabalhando o ciclo da água na natureza. Basicamente utilizam-se os módulos desenvolvidos no CDCC com complemento local. Possuem 15 kits, sendo 6 de um módulo, 6 de outro e 3 de um terceiro, quantidade insuficiente, mas não há verba de aquisição de novos. Foi

---

[39]Possui graduação em Física pela Universidade Federal de São Carlos (1987) , mestrado em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1990) e doutorado em Química pelo Departamento de Química (1997) . Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal de Juiz de Fora (Currículo Lattes).

desenvolvido pela equipe um módulo sobre terrário, com a participação dos monitores de biologia.

Um dos maiores desafios do projeto em Juiz de Fora é o pequeno tamanho da equipe: são dois professores mais os monitores. Outro problema é a oscilação da demanda: em 2008, no curso à distância, havia 30 professores inscritos. No curso deste ano havia apenas 4 professores. O curso assim mesmo é mantido, para não deixar o projeto morrer. Segundo o coordenador, um dos motivos da baixa demanda é a falta de estímulo ao professor, que não é liberado de seu horário na escola nem recebe pontuação na carreira ou adicional pela realização do curso de formação. Desde 2004, sempre são oferecidos cursos. Só houve um problema de interrupção em 2006, devido à mudança dentro da prefeitura.

Paralelo ao Mão na Massa, mas utilizando a mesma metodologia indagativa, Paulo Belletato está desenvolvendo um curso dentro do programa de ensino da faculdade, no laboratório de física 3.

Há interesse em trabalhar o novo curso do CDCC São Carlos, de tratamento de resíduos sólidos, mas só será possível se for conseguido um financiamento em um projeto mais amplo.

Segundo Paulo Belletato, “o retorno dos professores sobre a aplicação da metodologia Mão na Massa é espetacular”, apesar de todas as dificuldades, que passam pela participação na formação até restrições financeiras. O aporte do Mão na Massa é muito pequeno e insuficiente para financiar o programa, ampliar equipe e aumentar a escala. Normalmente ele disputa verbas em editais não específicos para ensino de ciências, portanto, a seu ver, é necessário encontrar um canal de financiamento mais consistente para o projeto.

Destaca como um dos momentos altos do Projeto a atividade anual de apresentação e discussão de trabalhos em Seminário Nacional, também como estímulo e oportunidade de crescimento para o professor.

Uberlândia

Em Uberlândia, o projeto é coordenado por Marcos Daniel Longuini, físico com doutorado em Educação. Em 2008, depois de passar pela formação no CDCC-São Carlos, Longuini trouxe a metodologia para a Faculdade de Educação da Universidade Federal de Uberlândia, MG, para montar uma turma em escala piloto, em parceria com o Centro Municipal de Estudos e Projetos Educacionais, da Secretaria de Educação, onde foi trabalhado o módulo didático de resíduos sólidos, porém com encontros presenciais. O projeto está estruturado como uma linha de pesquisa dentro da Faculdade de Educação, e conta com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisas de Minas Gerais (FAPEMIG), tendo como instituição parceira o Centro Municipal de Estudos e Projetos Educacionais - Uberlândia/MG[40].

Em 2009, foram oferecidos pelo CDCC-São Carlos kits didáticos sobre flutuação, para uso com crianças das séries iniciais (8 anos). Teve início em março de 2009, com previsão de término em dezembro 2009, um curso na modalidade à distância, como atividade de extensão universitária de formação continuada, na Faculdade de Educação/UFU. O curso conta com poucos alunos, na verdade dois, sendo um da rede particular de ensino.

Vale do São Francisco

Carlos Wagner Costa Araújo[41], formado originalmente em História, com especialização em divulgação científica e jornalismo científico, foi coordenador do projeto ABC na Educação Científica Mão na Massa na Universidade Federal do Espírito Santo, em Vitória, de janeiro de 2003 a junho de 2004, implantado como uma linha de pesquisa dentro da pró-reitoria de extensão, no núcleo de ciências. O programa de pesquisa contou com a parceria do CDCC-São Carlos e sua equipe

---

[40] O projeto se denomina "O programa Mão na Massa e o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental - investigações sobre estratégias de implementação e formação docente".

[41] Possui graduação e licenciatura em História pela Universidade Federal do Espírito Santo (1995). Atualmente é diretor de projetos da Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco. (Curiculo Lattes).

era formada pelo coordenador, Carlos Wagner, outro professor (José Ballester Julian Jr) e seis graduandos. A relação com o CDCC São Carlos era anterior a este projeto, pois no próprio núcleo de ciências, Carlos Wagner já havia implantado a Experimentoteca, também como atividade de extensão.

A partir do segundo semestre de 2004, Carlos Wagner desligou-se da UFES e assumiu a função de diretor de projetos da Universidade Federal do Vale do São Francisco, criada em 2002, com campi em Petrolina, PE, Juazeiro, BA e São Raimundo Nonato/PI, Segundo Carlos Wagner, depois de sua saída da UFES, o projeto não teve continuidade em Vitória.

Na UNIVSF, Carlos Wagner coordena projetos na área de popularização da ciência e dirige o Espaço de Ciência e Cultura, centro interativo recentemente inaugurado. De sua equipe participa Marcos Ribeiro, como diretor científico.

O Projeto ABC na Educação Científica Mão na Massa foi implantado como um projeto da UNIVASF, com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa da Bahia/FAPESB, que concedeu seis bolsas de iniciação científica, e foi desenvolvido com a Secretaria Municipal de Educação de Juazeiro e Petrolina, desde 2005.

Em Petrolina, o projeto foi realizado em quatro escolas da Rede Municipal, com 16 professores das primeiras séries iniciais do ensino fundamental, reunidos na Escola Municipal Professora Eliete Araújo, em cinco encontros ocorridos em 2005, num total de 30 horas de formação, sendo 15 h de aula e 15h de aplicação em sala de aula.

Em 2006 o Projeto foi aplicado a uma escola municipal de Juazeiro, com 14 professores que trabalharam com 450 alunos distribuídos em 16 turmas. Os temas foram “Água, Ar e Solo”. Os professores foram estimulados a ser autônomos e aplicar a metodologia a outros conteúdos, o que resultou na apresentação de 4 pôsteres no Seminário Nacional Mão na Massa, realizado no Espaço Ciência-PE, em Olinda (Araújo e Ribeiro 2008) (Quadro 17).

Número de professores que participaram de atividades realizadas pelo ECC - UNIVASF desde 2006	
Atividade	**Nº de professores**
Oficina O Corpo Humano	100
Oficina das Águas	80
Oficina A Física dos Brinquedos	20
Oficina GPS	5
Oficina Construindo um ecossistema	50
Mão na Massa	53
Total	308
Fonte: Araújo e Ribeiro, 2008	

Quadro 17

Da primeira experiência realizada tanto em Juazeiro como em Petrolina, com o módulos didáticos *Água* e *Flutua ou Afunda*, a equipe de formação observou que os professores apresentaram um excelente rendimento, dominando conceitos científicos, experimentando, para, por fim, sentir-se seguros e entusiasmados para trabalhar com os alunos, e que estes reagiram substituindo a apatia por participação e interesse.

Atualmente o projeto de Petrolina está suspenso e o de Juazeiro continua em atividade, capacitando 60 professores do primeiro ciclo do ensino fundamental, dentro do programa de formação continuada de professores, na rede municipal.

Apesar do apoio da Secretaria Municipal de Educação, as escolas participam do programa por adesão. A formação ocorre atualmente no Espaço de Ciência e Cultura, que mantém um site dentro do qual se situa o Projeto Mão na Massa, com links para os três pólos de irradiação, notícias e fotos: http://www.univasf.edu.br/~ecc/

Além do trabalho com as escolas, está-se montando um curso de graduação de 3 anos de duração, licenciatura com as 2.800 horas previstas em lei, onde as disciplinas de metodologia de ensino e didática baseiam-se na metodologia indagativa. O Projeto em Juazeiro compra os kits do CDC-São Carlos, mas também produz outros no mesmo espírito, com materiais adquiridos no

comércio local. A equipe está preparando agora um kit chamado “Ciência a menos de R$ 1,99”.

Ilhéus

Na Bahia, em Ilhéus, o projeto foi implantado a partir de 2008 por Aparecida de Fátima Andrade da Silva[42], como uma atividade da Universidade Estadual de Santa Cruz. Aparecida de Fátima, química com mestrado em Ensino de Ciências, já havia trabalhado com a metodologia em seu curso de mestrado. O projeto faz parte de uma atividade de extensão sobre uso de metodologias de ensino de ciências do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, e conta, além da coordenadora, com mais duas professores da universidade e duas da rede municipal.

O primeiro curso oferecido, considerado piloto, foi de educação ambiental sobre resíduos sólidos, em uma escola do Centro de Atendimento Integral, em Itabuna. Foram 20 professoras de educação infantil e do primeiro ciclo de ensino fundamental. O curso foi desenvolvido na modalidade à distância, durante todo o ano, em parceria entre a Universidade Estadual de Santa Cruz e o CDCC-São Carlos. Eram previstos encontros presenciais quinzenais com os professores em formação, para trabalhar a nova metodologia de ensino de ciências por investigação, bem como esclarecer dúvidas e acompanhar a aplicação. Mas, devido às dificuldades de uso da plataforma *wiki*, utilizada pelo CDCC-São Carlos na formação à distância, o suporte presencial precisou ser mais constante, no mínimo semanal. Portanto, além da metodologia indagativa, nova para elas, do conteúdo científico, também novo para professores regentes, ainda havia a dificuldade do manejo da tecnologia.

Em 2009, o Projeto de Ilhéus está desenvolvendo o curso com mais duas escolas, capacitando 18 professores. Foi feito um convite às escolas da rede municipal de Itabuna para participarem de uma reunião de informação sobre o

---

[42] Possui Bacharelado e Licenciatura em Química pela Faculdade Oswaldo Cruz (1986 e 1999) e mestrado em Ensino de Ciências (Modalidade Química) pela Universidade de São Paulo (2005). Atualmente, é professora assistente da Universidade Estadual de Santa Cruz (do Currículo Lattes)

projeto. A proposta foi apresentada às diretoras, presentes, e as escolas fizeram sua inscrição voluntária na prefeitura. A escola do ano anterior não quis participar novamente pela resistência à tecnologia, evidenciando a necessidade de uma educação digital além da científica.

Uma preocupação é quanto à continuidade do projeto, que conta com poucos recursos, por exemplo, para a aquisição de kits de experimentação pelas escolas. A Universidade ou a prefeitura provêm até agora uma verba pequena para material de consumo. A Coordenadora do Projeto pensa que seria ideal conseguir uma bolsa para custeio da participação do professor nos cursos, preferencialmente, aos sábados. A Prefeitura tem providenciado o transporte.

Salvador, Bahia

Em 2004, Icléa Maso, psicóloga de formação, conheceu o trabalho da Estação Ciência e fez parte do grupo de professores que foi à França visitar o Programa *La Main à la Pâte,* naquele ano. Na volta a Salvador, Bahia, através de convênio com a prefeitura municipal, aplicou a proposta metodológica em duas escolas chamadas “escolas de referência”, onde os professores participavam por adesão. As mesmas escolas continuaram trabalhando em 2005 com um segundo módulo didático. Em 2006 e 2007, o projeto foi ampliado para quatro escolas diferentes, utilizando em duas a metodologia adotada pela Estação Ciência – USP e em outras duas a metodologia de educação à distância proposta pelo CDCC São Carlos, mas com muitas dificuldades em fazer uso das plataformas por Internet. Os encontros à distância aconteciam mensalmente, por sete meses, e o suporte presencial era dado a cada 15 dias. Nessa ocasião (2006/2007) o projeto contava com recursos da FAPESB, através da Secretaria de Ciência e Tecnologia.

O projeto em Salvador está sediado na Organização de Auxílio Fraterno, uma organização não governamental dedicada atender crianças em situação de risco social, dentro da qual funciona um museu interativo denominado “Universidade da Criança e do Adolescente”, do qual Icléa Maso é diretora e responsável pelo projeto pedagógico desde 2001. Uma das atividades é a formação continuada de professores, adotando a metodologia Mão na Massa. A

equipe é pequena, constando da coordenadora, mais uma pedagoga uma pessoa encarregada de serviços gerais e dez estagiários oriundos de diversos cursos.

Atualmente, o convênio com a Prefeitura apóia as atividades de visitação ao Museu, mas não as de formação continuada de professores. Além disso, a OAF passa por uma crise e também não pode financiar as atividades. As atividades do projeto estão interrompidas, sem previsão de retomada, e só continuam no Centro Universitário Jorge Amado, uma universidade privada, como linha de pesquisa de Lenir de Abreu.

Lenir Abreu[43] representou a equipe de Salvador no IV Seminário Nacional Mão na Massa, realizado em 2008, apresentando os resultados da aplicação da metodologia investigativa em uma escola municipal de Salvador de 2006 a 2007, objeto de sua dissertação de mestrado, mas ainda não era o modelo Mão na Massa. Em 2008 fez a formação na metodologia Mão na Massa, no CDCC- São Carlos, no módulo de Resíduos Sólidos, com as despesas custeadas pelo pólo de São Carlos, com a contrapartida de que, na volta, fizesse formação de professores da rede municipal. Foi feita então a formação em duas escolas municipais, na modalidade proposta pelo CDCC-São Carlos, à distância. O grupo começou com cerca de 35 participantes, mas ao final dos sete meses estavam reduzidos a não mais de meia dúzia de participantes e ninguém obteve certificado. As dificuldades apontadas são semelhantes às de Icléa Maso, de interação com a plataforma *wiki* adaptada pelo CDCC. Em suas palavras, "o ambiente é ruim, há outras plataformas livres como o *Moodle* que são mais amigáveis"; professores não têm tempo para se dedicar à aplicação da metodologia em sala de aula e não se sentem seguros somente com a formação recebida.

Em 2009, a Professora deixou de aplicar a metodologia nas escolas e passou a trabalhar o tema como pesquisa para sua tese de doutorado. Ela mantém um grupo de iniciação científica sobre o ensino de ciências nos anos

[43] Graduada em Pedagogia pela Universidade Federal da Bahia. Especialista em Alfabetização Infantil. Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ensino Filosofia e História das Ciências - UFBA/UEFS e pesquisadora desse Programa. Professora titular das Faculdades Jorge Amado e Coordenadora do Curso de pós-graduação em Metodologia e Práticas do Ensino Superior na mesma instituição.

iniciais da escola, e está analisando uma seqüência didática do Mão na Massa para aplicá-la em uma escola pública. São oito alunas no grupo, para as quais ela está solicitando duas bolsas à FAPESB. Além disso, ministra uma disciplina de Estudo e Ensino de Ciências, para graduandos do quarto semestre do curso de pedagogia, onde inclui a metodologia Mão na Massa e pretende analisar as seqüências didáticas.

Campina Grande, Paraíba

Em Campina Grande, na Paraíba, o projeto foi levado em 2004, através de uma parceria entre a Prefeitura Municipal e a Coordenação do Projeto Mão na Massa. Quando a antiga coordenadora local do projeto foi substituída pela atual, Márcia Guimarães (bióloga, mestre em engenharia agrícola), em outubro de 2007, esta não tinha experiência nem conhecimento sobre o Projeto, e sua primeira aproximação foi no Seminário Nacional Mão na Massa realizado em Olinda, em novembro daquele ano. Em janeiro de 2008, ela participou da formação no CDCC-São Calos, sobre Resíduos Sólidos e a partir desta experiência, aplicou a metodologia, na modalidade à distância, na rede municipal de ensino de Campina Grande. Foram cinco escolas, com um total de 40 professores, que mantinham encontros mensais para formação, na plataforma wiki e trabalhavam com os dois kits doados pelo CDCC-São Carlos. Reuniam-se em um ambiente do Centro de Tecnologia e Educação, que é um Museu Interativo de Ciências. O relato foi apresentado no Seminário nacional de 2008 (Guimarães 2008)

No momento o projeto está suspenso em Campina Grande, porque Márcia Guimarães foi afastada da Secretaria de Educação, da qual não era funcionária e só tinha um cargo comissionado. Ela tem perspectiva de assumir uma posição similar na Secretaria de Estado, para onde pretende levar o Projeto Mão na Massa, pois segundo ela, os resultados a entusiasmaram. Pretende trabalhar com o tema de resíduos sólidos em seu projeto de doutorado em engenharia ambiental.

Uma das maiores dificuldades encontradas no gerenciamento do projeto em Campina Grande foi o fato de não dispor de recursos financeiros próprios. Segundo a coordenadora, o convênio era com a Secretaria de Educação, os

recursos iniciais estavam vinculados ao PAC tecnológico, mas na prática não havia verba para pagar alimentação e deslocamento de professores, por exemplo, para os encontros mensais, o que dificultava muito a permanência do professor no programa.

Outras experiências

Além dos desdobramentos apresentados até aqui, há relatos nos anais dos seminários nacionais anuais de experiências feitas por profissionais, em geral professores universitários, diretores de programas de pesquisa ou de centros de ciência, capacitados em um dos pólos de irradiação (em sua maioria no CDCC-São Carlos), que procuram aplicar a metodologia seja como teste piloto, seja como trabalho prático a partir do qual elaboram suas dissertações acadêmicas em cursos de pós-graduação.

Tal é o caso de Ibitinga (SP), onde o projeto foi aplicado em 2004 a cinco escolas, sendo três da rede estadual e duas da rede municipal (uma de educação infantil) capacitando nove professores no módulo didático *Órgãos dos sentidos* desenvolvido pelo CDCC-São Carlos. Segundo Angelina Xavier, coordenadora pedagógica do pólo CDCC-São Carlos, não houve outros desdobramentos desta experiência no município.

Outros projetos e programas de ensino de ciências no Brasil

Espaço Ciência – Pernambuco

O Espaço Ciência é um museu interativo, o maior museu a céu aberto do país, instalado entre Recife e Olinda, em uma área de 120 mil m^2, além de um belo manguezal, com projeto paisagístico de Burle Marx e mais de 200 experimentos interativos. É um órgão da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Governo de Pernambuco, voltado para a divulgação científica e apoio ao ensino de ciências, dirigido pelo Antonio Carlos Pavão[44], presidente da Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência.

[44] Bacharel em Química (1973), mestre em Físico-Química (1976) e doutor em Química pela Universidade de São Paulo (1978). Atualmente é professor associado da

Além de possuir cinco laboratórios e diversas trilhas de exposição, com experimentos interativos de física, química, matemática, informática, biologia, o Espaço Ciência mantém um programa social e outro educacional complementar, para crianças da rede pública. Também atua na formação de professores, incluindo uma parceria com a Universidade Aberta do Brasil, programa do Ministério da Educação de formação à distancia de professores de educação Básica, e a Universidade Federal de Pernambuco. Todos os programas e projetos são apresentados no site http://www.espacociencia.pe.gov.br/

O Espaço Ciência nasceu em 1994, com financiamento da CAPES, como um programa da Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia. No ano seguinte foi alçado a uma diretoria da mesma secretaria e a partir de 1996 passou a ocupar o espaço onde funciona hoje. Por meio de um financiamento da Fundação Vitae, de 2002 a 2005, obteve recursos para modernização e desenvolvimento de seus programas.

O Museu tem uma estrutura de pessoal pequena para atender aos mais de 100 mil visitantes por ano: além da diretoria, são 21 técnicos (coordenadores de área, informática e administração) do quadro fixo, mais 40 monitores (bolsistas da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia em Pernambuco, estagiários da Secretaria de Educação do Estado ou da Fundação de Ensino Superior de Olinda ou voluntários em regime de 12 a 20 horas semanais, selecionados e treinados entre estudantes do ensino médio ou superior (quando são do ensino médio são monitores de apoio, trabalhando em equipe com outros mais avançados).

Segundo seu diretor, a idéia de interatividade, introduzida por Frank Oppenheimer no Exploratorium Museum de San Francisco, na Califórnia, de *hands-on* e *minds-on,* não basta. Segundo ele, a experiência significativa de conhecimento se dá através da emoção (*hearts-on)* e na troca social (*social-on*) mediada por monitores capacitados (*explainers-on*), para não ficar estéril e limitar-se a fórmulas prontas de experimentos fechados, um eterno apertar de

---

Universidade Federal de Pernambuco, membro da Comissão Técnica do PNLD (ciências) do Ministério da Educação, membro do CTC da CAPES do Ensino Básico, membro da Academia Pernambucana de Ciências e diretor do Espaço Ciência (Currículo Lattes)

botões . Trata-se de estimular a crítica, a curiosidade e a indagação. “O visitante deve sair com uma interrogação maior do que aquela que ele trouxe. Esse é o objetivo central: oferecer respostas sim, mas, sobretudo, gerar a indagação” .

A ação educativa do Espaço Ciência - Pernambuco

- **Semanas Temáticas:** oficinas com alunos de escolas, de todas as séries e níveis, especialmente as crianças de 1ª a 9ª série, que compõem o público típico.
- **Exposições Temporárias:** montadas pelo próprio museu ou provenientes de outras instituições, nacionais e internacionais [alguns exemplos: DNArte (Espaço Ciência), ABCMC Interativa (nacional), DNA50 (Inglaterra), MATEX (França), Explorar o Universo (França)], são abertas às escolas e ao público em geral visando a discussão de temas atuais em ciência e tecnologia.
- **Museu Fácil:** em que são oferecidas oficinas a professores da rede pública, expondo-os a jogos, experiências, construção de painéis, projeção de curtas, discutindo conceitos importantes para a formação da atitude científica e, depois, participando de experimentos e atividades da instituição, com o apoio de monitores. Esta é uma atividade centrada em formação de público, pois a partir deste contato com os professores, estes planejam a visita de seus alunos ao Museu, vislumbrando os benefícios para a aprendizagem de ciências. As escolas recebem antecipadamente a programação.
- **Programa Ciência Móvel**: leva a ciência em um microônibus, a comunidades carentes mais distantes do Espaço Ciência, com apresentações, oficinas e exposições.
- **Ciência Jovem:** feira estadual anual de ciências, realizada há 15 anos, dividida em cinco categorias que abrangem desde os alunos da educação infantil aos do ensino médio e também os professores: Iniciação à pesquisa, para alunos da educação infantil e ensino fundamental; Divulgação Científica, para alunos do ensino fundamental; Desenvolvimento Tecnológico e Incentivo à Pesquisa, para alunos do ensino médio; Educação Científica, destinada aos professores. Cada escola só pode apresentar um trabalho. Em 2008, participaram 200 escolas. Os trabalhos concorrem a prêmios para participar da SBPC, FEBRACE, FENACEB e MOSTRATEC.

O Espaço Ciência mantém parceria com a UFPE e a Prefeitura Municipal de Olinda para sediar um dos Pólos Universitários de Apoio Presencial do Sistema Universidade Aberta do Brasil – UAB do MEC. Neste pólo são oferecidos cursos para professores das redes públicas de ensino. No momento, oferece-se três cursos de especialização *lato sensu:* "Ensino de Ciências", “Gênero e Diversidade na Escola” e Educação Ambiental”. Destaca-se o curso de “Ensino de Ciências”, com carga horária de 360 horas, realizado em dois períodos de seis

meses. São 60 vagas, com aulas ministradas por professores da UFPE, no formato semipresencial, com aulas à distância e presenciais, teóricas e experimentais.

Além disso, o Espaço Ciência trabalha com o programa de formação da Rede Integrada, formada pelas escolas estaduais de tempo integral do Estado. São mais de 500 professores, de 109 escolas, divididos em cinco grupos, que passam por formação em três módulos. Está em fase de criação um blog como forma de comunicação interna. Também trabalha em um Programa chamado Pró-Mata, quando recebem professores da Zona da Mata, de áreas de cultivo da cana, em geral sem qualificação. Passam dois dias em oficinas.

A coordenadora da ação educativa, Karina, destaca que todas as atividades do Espaço Ciência são desenvolvidas dentro da metodologia investigativa proposta pelo Projeto ABC na Educação Científica Mão na Massa.

Além disso, o Espaço Ciência também participa do projeto de Educação e Ciência coordenado por Leopoldo de Meis, da UFRJ (ver adiante), tendo desenvolvido um Módulo chamado "O que Ricardo Ferreira disse para sua cozinheira", experiência de química na cozinha, junto com a Universidade Federal de Pernambuco, usando os laboratórios do Departamento de Química Fundamental.

Além da ação educativa, desde 1998 o Espaço Ciência mantém um programa de ação social destinado a promover a inclusão social e profissional de jovens de comunidades carentes, especialmente do entorno do Museu (mas não limitado a ele). Esta também não deixa de ser uma ação educativa, pois é realizada através do aprendizado de novas tecnologias, por meio das quais se passa conteúdo científico, e também de cursos profissionalizantes. Muitos participantes continuam no Museu como monitores, outros são auxiliados a conseguir uma colocação profissional e alguns continuam o projeto na Universidade.

Programas de ação social do Espaço Ciência

CLICidadão: Desde 1998, este projeto de inclusão social e digital trabalha conteúdos de socialização e temas de cidadania, meio-ambiente e mercado de trabalho, através da

informática, em seis módulos: Socialização e Integração ao Projeto; Informática: o computador, história do computador, sistemas operacionais e Internet, digitação e correio eletrônico; Cidadania (grupos de discussão ao vivo e on-line sobre temáticas diversas que façam parte do cotidiano deste público-alvo, tais como: violência, drogas, gravidez na adolescência, DSTs/aids, direitos humanos, protagonismo juvenil, educação ambiental, entre outros); Conceitos de ciência e de como a ciência atua está presente no dia-a-dia das pessoas; Meio Ambiente, com o objetivo de favorecer a reflexão sobre a responsabilidade ambiental; e Mercado de Trabalho, onde são trabalhadas questões básicas de apresentação para entrevistas, elaboração de currículo vitae, ficha de solicitação de emprego, conceitos acerca de ética, disciplina e responsabilidade no mundo do trabalho. A formação básica é dada em 60 horas-aula, com dois encontros semanais, em quatro meses, para 90 alunos de cada vez, sendo 45 em horário matutino e 45 à tarde. Depois há um módulo avançado intensivo, com 60 horas-aula dadas em um mês, quatro vezes por semana. No final do curso, alguns alunos são convidados a participar de um curso avançado de hardware, design e web-design, com duração variável de acordo com o desenvolvimento de cada aluno. O projeto já formou cerca de 3.000 alunos, em 11 anos, entre crianças, adolescentes e adultos. Está ligado a outro projeto, o PCiência, que recebe doação de equipamentos de informática (monitores, CPUs, teclados, memórias, HDs, impressoras, entre outros), para serem recuperados no curso avançado de hardware pelos alunos, e depois doados aos próprios alunos.

Mundo Mangue: projeto que mistura teatro, ciências e meio-ambiente, juntando as duas linguagens, científica e teatral, para popularizar os conceitos científicos através do elemento lúdico e da arte, reunindo universitários, crianças e jovens do entorno de baixa renda. Produziu vários shows e peças, alguns exibidos gratuitamente, todos os dias, em horários pré-determinados, no Espaço Ciência, outros com possibilidade de agendamento para exibições externas. Cada turma de formação em teatro/ciência é formada por 20 alunos. Há várias peças/shows já encenadas, como: "Falando das estrelas", "Tudo numa Folha de Papel", "Zorra do Manguezal", "Pequenas Histórias da lama", "Odeio Insetos", "14-bis, o sonho de Ícaro", "Águas do velho Chico", "O palhaço brincalhão que não gostava de poluição" e "Recepção brincante".

Gepetto (ateliê de ciência): tem por objetivo gerar renda para os participantes e lançar no mercado uma linha de jogos e brinquedos com temática de ciência. Assim, alunos da rede pública de ensino foram selecionados e criou-se uma linha de produtos fabricados com materiais acessíveis, de boa qualidade, unindo diversão e conhecimento científico. Os jogos matemáticos, quebra-cabeças topológicos, entre outros produtos criados no projeto podem ser encontrados, atualmente, no Espaço Ciência e em eventos externos promovidos pelo museu.

Aprendizes da Ciência: ex-alunos e alunas do Programa Social são admitidos no Museu como estagiários-aprendizes, com uma média de 20 estagiários por ano.

Jardim da Ciência: Curso dirigido prioritariamente a jovens oriundos da rede pública que tem por objetivo complementar a formação através de curso profissionalizante na área de jardinagem. É uma formação multidisciplinar, teórica e prática, que pode servir tanto para atuação no mercado de trabalho como base para um futuro curso superior, de paisagismo, agronomia, entre outros Atua com uma equipe multidisciplinar que proporciona ao jovem qualificação relevante para enfrentar o dia-a-dia do mundo do trabalho, enfocando questões de ética, cidadania, responsabilidade, trabalho em grupo, entre outros. Ao final do curso os alunos são capazes de realizar podas, produzir mudas; selecionar plantas para jardins e arborização, construir e manter um viveiro florestal, ambientar recintos, observar aspectos ecológicos na composição de um jardim,

entre outras atividades.

Quadro 18

O Espaço Ciência é financiado pela Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco, mas seus recursos têm diminuído. Em 2007, recebeu R$ 700.000,00; em 2008, R$ 300.000,00; em 2009, até julho, não havia recebido nada. Não há orçamento na secretaria para investimento, e isso torna difícil inovar, condição de um Museu de Ciência. Também as verbas de suprimento são muito burocráticas, e pequenas despesas do cotidiano se tornam inviáveis.

Centros de Educação Científica Escola Alfredo J. Monteverde (Natal e Macaíba)

Os centros de educação científica Escola Alfredo J. Monteverde do Instituto Internacional de Neurociências de Natal – Edmond e Lily Safra, idealizados pelo neurocientista Miguel Nicolelis[45], foram instituídos pela Associação Alberto Santos Dumont para Apoio à Pesquisa e têm como objetivo utilizar a ciência como agente de transformação social. Um dos centros está localizado na periferia de Natal, em um bairro chamado Cidade da Esperança, desde fevereiro de 2007, e outro em Macaíba, desde setembro do mesmo ano, a 20 km da capital, integrando a região urbana e a região rural, de quilombolas e assentamentos. Estas localidades foram escolhidas por serem muito carentes, onde os meninos e meninas permaneciam ociosos na maior parte de seu tempo livre, sem qualquer opção de atividades de lazer.

Essas unidades não são escolas de ensino regular, mas projetos de educação científica. Elas têm como objetivo oferecer educação em ciências a crianças e adolescentes da rede pública que estejam cursando do 6º ao 9º ano da educação básica, sempre em horário complementar ao da escola. As crianças vão para os Centros de Educação Científica duas vezes por semana para trabalhar em

[45] Possui graduação em Medicina pela Universidade de São Paulo (1984) e doutorado em Ciências (Fisiologia Geral) pela Universidade de São Paulo (1989). Atualmente é professor titular do Departamento de Neurobiologia e Co-Diretor do Centro de Neuroengenharia da Duke University (EUA), professor do Instituto Cérebro e Mente da Escola Politécnica Federal de Lausanne (Suíça) e Diretor Científico do Instituto Internacional de Neurociências de Natal Edmond e Lily Safra (IINN-ELS) (do Currículo Lattes)

oficinas e laboratórios de biologia, física, química, robótica, informática, história e geografia, ciência e arte, ciência e tecnologia, ciência e vida e ciência e ambiente.

Quando o programa se iniciou em Natal, os educadores visitaram escolas da região, apresentaram o projeto e entregaram formulários de inscrição dos alunos aos professores. Ofereceram 300 vagas para as crianças. Inscreveram-se 800. Optaram por fazer um sorteio.

Atualmente, as duas unidades atendem a mil crianças, sendo 600 alunos em Natal e 400 em Macaíba, provenientes de oito escolas públicas diferentes. Há lista de espera de crianças. Graças a uma parceria com as prefeituras, que oferecem transporte para os alunos, o projeto conseguiu aumentar um pouco sua área de alcance, de onde as crianças vêm. As instalações são bem cuidadas, modernas, as escolas são todas brancas, mantidas limpas e sem depredação, com laboratórios bem equipados.

Em Natal são 25 crianças por sala, 150 por turno, sendo um turno da manhã e outro à tarde, um às segundas e quartas, outro às terças e quintas. Cada criança se inscreve em duas oficinas e frequenta o curso até completar o 9º ano de ensino fundamental. A escola recebe alunos até a 8ª série, para garantir que cada criança fique ao menos dois anos freqüentando o projeto. Todos os grupos são heterogêneos, em gênero, idade, séries, escolas diferentes.

Contrataram professores especialistas, com formação universitária em ciências, e desenvolvem programa de formação de professores. Os contratos são de 40 horas semanais. A atividade de formação é continua: toda sexta-feira, os professores se reúnem, para avaliar e discutir o trabalho da semana e planejar a seguinte. A cada quinze dias, às sextas-feiras, a equipe recebe professores das escolas parceiras (as que enviam seus alunos) para discutir o trabalho feito. Além disso, a formação ocorre mais intensamente nos períodos de férias das crianças, em julho e janeiro. A metodologia e os fundamentos são discutidos nesses grupos. O salário dos professores é coberto com recursos do Ministério da Educação.

Dora Montenegro é a diretora do projeto. Segundo ela, é um projeto de educação científica e não de iniciação científica. Ela é paulistana, foi professora primária, coordenadora de escola, trabalhou com alfabetização de adultos e na formação de professores leigos, foi supervisora de dois projetos, de atletismo e educação e de formação de professores em educação ambiental, ambos com financiamento público e privado, em São Paulo, e em fevereiro de 2009 completou 50 anos como educadora.

Além da diretora do projeto, há uma assessora Pedagógica, Rachel Dantas, responsável pela formação da coordenadora pedagógica e da assistente pedagógica de cada unidade. Em Macaíba há oito professores, e em Natal, são 11 professores.

A concepção de educação que norteia a prática pedagógica do projeto, segundo seus responsáveis baseia-se nas concepções de Paulo Freire eAnísio Teixeira entre outros. Parte-se da problematização da realidade dos alunos para apresentar um conteúdo novo, intencional e rigorosamente planejado pelos professores especialistas para a construção do conhecimento. Os conteúdos são trabalhados pela via da metodologia científica. Parte-se do senso comum, mas os professores sabem que devem chegar à fundamentação científica. O professor deve intervir todo o tempo, a questão é como realizar esta intervenção, tema trabalhado nos grupos de formação continuada dos professores.

As crianças têm espaço para falar, têm voz para expressar idéias próprias e dúvidas, respeitam normas, respeitam o outro, enfrentam conflitos e confrontos. Os conteúdos são rigorosos. Há relatos de professores das escolas regulares que as crianças freqüentam indicando que uma parte significativa delas se diferencia das demais em relação à maior facilidade de expressão oral e escrita, ao desenvolvimento do raciocínio lógico matemático, à maior facilidade de enunciar problemas que enfrentam no dia a dia e de buscar soluções coletivas para resolvê-los, entre outras propostas e situações.

A equipe é toda afinada, com o mesmo discurso, baseado na coerência entre fala e ação. Segundo a diretora, nada foi inventado, nenhuma nova

metodologia, só a aplicam rigorosamente, com metas estruturadas, planejamento e avaliação cotidianos, e formação contínua de professores.

Optaram por trabalhar com alunos do ensino fundamental II porque existem poucos projetos sociais destinados a eles.

Nas duas unidades foram observadas diversas oficinas, bem como o horário de intervalo quando as crianças e professores ocupam o Espaço de Convivência para lanchar, jogar, cantar e tocar instrumentos, numa relação de confiança e vínculo afetivo que, segundo os coordenadores, facilita a aprendizagem.

"Nosso grande segredo é a formação dos alunos e, simultaneamente, a formação profissional continuada, desenvolvidas em processos de aprendizagem com significado que inclui os conteúdos dos sujeitos e os científicos", comenta a assessora pedagógica Rachel Dantas.

Os alunos são sempre divididos em grupos, organizados pelos professores. Toda aula de qualquer oficina segue um roteiro: começa com a chamada, onde as ausências são comentadas, retomada da última aula, problematização de uma situação (exemplo: acendeu a luz, pra onde foi o escuro?).

O idealizador do projeto, Miguel Nicolelis, argumenta que, com base nas pesquisas de neurociências, sabe-se hoje que emoção e informação ativam a mesma área do cérebro, com o recrutamento do sistema límbico (Varella, Nicolelis e Dimenstein 2008). Superou-se a crença de que a emoção ativava uma parte do cérebro e a razão outra. As impressões perceptivas são sempre acompanhadas de interpretações emocionais. E é com base nestes achados que se trabalha na Escola: o compromisso é oferecer o belo, com alegria. Constata-se que tudo é preservado, as crianças não riscam, não sujam a escola, mas ajudam a cuidar dela.

Isso não impede que a disciplina seja mantida: há regras de convivência, controle, presença, avaliação. Não enfrentam problemas de comportamento.

Tudo é trabalhado no coletivo. As crianças sabem que não recebem favores, são sujeitos de direitos. E que precisam respeitar o bem comum: se gritarem, atrapalham os outros, por exemplo. O conceito mais ouvido nas visitas foi: rigor. Rigor no planejamento da ação, para atuar no imprevisto, rigor nas regras de convivência ("a relação é assimétrica").

Segundo a diretora e a assessora pedagógica, o projeto expressa a visão de alguns clássicos da pedagogia como Paulo Freire, Jérôme Bruner, John Dewey e Michael Apple. Citam Michel Foucault e Gramsci, além de Walter Benjamin (Bruner 1960; Bruner 1966; Bruner 1986; Foucault 1977; Freire 1971; Mayo 1999). Estes são os principais autores referidos e discutidos no grupo de formação dos professores.

Ao final do semestre, os pais participam de mostras interativas, com atividades coordenadas pelos próprios filhos e supervisionadas pelos professores, nas quais apropriam-se do processo de aprendizagem e dos produtos do trabalho desenvolvido. Costumam deixar registradas suas próprias impressões do projeto, sempre muito positivas.

A avaliação do programa é interna. Não se avalia o desempenho da criança na escola, o que ela traz, não se pergunta se o aluno aprendeu ou não alguma coisa na escola. O que ele recebe não é reforço escolar. Há critérios claros de avaliação, escritos: cada aluno se auto-avalia, avalia o grupo, e também é avaliado pelos professores.

Os professores se auto-avaliam e também são avaliados pelos coordenadores, conforme metas estabelecidas, pois, segundo a diretora, há um compromisso de bom uso dos recursos públicos.

Segundo os responsáveis, nunca houve um aluno que saísse porque não gostou ou não se adaptou ao projeto. Mas há perda e abandono, por circunstâncias familiares: normalmente por motivo de mudança de endereço, ou para cuidar dos irmãos em casa, e muitas meninas porque vão trabalhar para ajudar a família como empregadas domésticas.

Os planos de expansão do projeto são ambiciosos. Em Serrinha, na Bahia, há entendimentos com o governo do Estado para implantação de uma escola que terá 400 alunos. Recentemente, o Ministério da Educação aprovou recursos da ordem de 42 milhões de reais para a construção de um Campus do Cérebro, que terá, segundo o anunciado, "um prédio de 10 mil metros quadrados, com 25 laboratórios, destinado para o instituto, e uma escola de ensino regular onde serão atendidos mil estudantes, do berçário ao ensino médio". Além disto, a CAPES, aprovou recursos da ordem de um milhão de reais para a Escola de Altos Estudos em Neurociências, sob a responsabilidade do IINN-ELS e da UFRN[46]. A expectativa é que estes recursos representem somente 30% dos gastos, sendo os demais obtidos do setor privado. Em artigo recente na revista *Scientific American,* o Presidente Lula e o Ministro da Educação, Fernando Haddad, apresentaram os projetos do Instituto como a opção oficial brasileira para a educação em ciências (Silva, Nicolelis e Haddad 2008)

O Grupo Sangari

O grupo Sangari é formado por um conjunto de companhias independentes com escritórios na Europa, Oriente Médio, África e América do Sul, cujos dirigentes são vinculados por laços familiares. O grupo se descreve como tendo mais de 40 anos de experiência de desenvolvimento de soluções educacionais pioneiras, nas áreas de ciência, tecnologia e engenharia, e sua missão declarada é oferecer soluções educativas poderosas e econômicas, com o objetivo de melhorar dramaticamente a capacidade de trabalho dos educadores, em benefício dos estudantes.[47] No Brasil, o grupo opera através da Sangari Brasil, fundada em 1997, e do Instituto Sangari, estabelecido como instituição não lucrativa em 2003, ambos dirigidos por Ben Sangari, com formação em

---

[46] Pesquisa FAPESP Online, edição de 12/12/2007, acessada em agosto de 2009, http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=4392&bd=2&pg=1&lg=

[47] Segundo um dos sites do grupo, na Rumânia, "Sangari International Group develops for 42 years solutions for improving education in the world trough science. Created in England in 1965, the group is present in 15 countries: South Africa, Egypt, Spain, United States, Brazil, Greece, England, Iran, Portugal, Romania, Turkey, Mozambique, Namibia, Pakistan and Kazakhstan, being focused only in the educational and research sector." Veja, acessados em agosto de 2009, http://www.sangari.ro/index.php?page=site/page&pid=21&lang=en e http://www.sangari.co.za/About.htm

física[48]. A equipe do grupo Sangari conta com Jorge Werthein[49] na vice-presidência; Ana Rosa Abreu[50] na direção educacional da Sangari Brasil, área responsável pela concepção dos materiais, tanto para os alunos quanto os usados na formação de professores; Bianca Penna Moreira Rinzler na direção executiva do Instituto Sangari e diretora de Prospecção da Sangari Brasil; Marcelo Knobel[51] na direção científica; Vinícius Signorelli na coordenação de pesquisa e desenvolvimento; e Maristela Sarmento[52] na direção do departamento de Implementação de Projetos Educacionais. Há uma equipe responsável por engenharia de produtos didáticos, uma equipe editorial própria, além das equipes pedagógicas.

Instituto Sangari

A missão do Instituto é contribuir para a melhoria da qualidade da educação por meio da disseminação científico-cultural, desenvolvendo projetos para escolas públicas do ensino básico, em parcerias nacionais e internacionais com governos, empresas e ONGs, e também para o público em geral, como exposições, publicações, prêmios e debates. Em 2007, em parceria com o Museu de História Natural de Nova York, o Instituto organizou a exposição "Darwin – descubra o homem e a teoria revolucionária que mudou o mundo", com atividades voltadas para estudantes e professores, atraindo 175 mil visitantes somente na cidade de São Paulo. A mostra viajou por mais quatro capitais até 2008 e, juntamente com outras duas exposições realizadas pelo Instituto –

[48] http://www.sangari.com

[49] Doutor em Educação pela Universidade de Stanford (1977), obteve também os graus de Mestre em Comunicação e de Mestre em Educação pela mesma Universidade. Diretor e Representante da UNESCO no Brasil de 1996 a setembro de 2005.

[50] Ana Rosa Abreu foi uma das responsáveis pelo desenvolvimento dos Parâmetros Curriculares Nacionais no Ministério da Educação.

[51] Possui graduação em Física pela Universidade Estadual de Campinas (1989) e doutorado em Física pela Universidade Estadual de Campinas (1992). Atualmente é professor titular MS-6 da Universidade Estadual de Campinas (do Currículo Lattes)

[52] Doutora e mestre em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC/SP, professora do Depto. de Tecnologia da Educação da PUC/SP, professora do Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, vinculada à linha de pesquisa Aprendizagem e Semiótica Cognitiva (Currículo Lattes) (do Currículo Lattes)

“Revolução Genômica” e “Einstein” – reuniu um público superior a 700 mil pessoas. Algumas das principais atividades do Instituto Sangari estão listadas no Quadro 19.

Principais atividades do Instituto Sangari

Educação não-formal:

Programa Educativo das exposições. Formação de mediadores, visitas monitoradas, material educativo de apoio, laboratórios de aprendizagem e encontro com educadores. O Programa contempla aspectos gerais da educação e comunicação em museus e utiliza uma metodologia que permite o levantamento de hipóteses e explicações para os fenômenos observados. Os mediadores que trabalham nas exposições atendendo aos visitantes são especialmente treinados pelos educadores e consultores científicos especialistas no assunto.

Projeto Oficina Desafio, em parceria com o Museu Exploratório de Ciências da Unicamp, patrocínio da Finep e apoio da Fapesp. É uma oficina montada em um caminhão com máquinas e artefatos usados para resolução de desafios propostos aos visitantes por monitores. As soluções são examinadas e premiadas. Não só a solução merece análise, como o processo, a capacidade de definir estratégia, aprender com erros. Cada desafio pode durar um dia (pequeno desafio) ou meses (grande desafio). No último sábado do mês, promove-se um evento destinado a professores.

Nanoaventura: Também realizado em parceria com o Museu Exploratório de Ciências da Unicamp. Exposição direcionada a grupos de professores e alunos sobre nanociência e nanotecnologia – um universo composto de átomos, moléculas e ligações químicas. As visitas dos grupos são agendadas e o programa funciona o ano inteiro. Desde o lançamento da NanoAventura, em 2005, cerca de 30 mil visitantes, a maioria alunos do Ensino Fundamental.

Educação Formal:

SCI-Link: Intercâmbio de professores, com a Universidade Estadual de Carolina do Norte (EUA)

Projeto Academia de Ciência: Desenvolvido em 2006 pelo Instituto Fernand Braudel de Economia Mundial, com o apoio do Instituto Sangari, o projeto permite a jovens de escolas públicas visitar museus, exposições e centros de pesquisa, além de participar de encontros com profissionais das áreas de Ciência e Tecnologia. O projeto ocorre em três escolas de São Bernardo do Campo (SP), onde 950 alunos do último ano do Ensino Fundamental e de todo o Ensino Médio já puderam participar das atividades.

Quadro 19

Sangari Brasil

O Programa CTC!– Ciência e Tecnologia com Criatividade é a principal solução educacional da Sangari Brasil, voltado para a aprendizagem de ciências no Ensino Fundamental, com uma visão de ciência como elemento de inclusão e transformação social. Trata-se de um programa matriz que pode assumir um nome diferente em cada município ou estado onde é implantado e utiliza o método investigativo, centrado no aluno, para o qual toda a ação é voltada. Cada criança deve receber material adequado e atenção apropriada, dentro da sala de aula.

O principal projeto de CTC! hoje em execução é o da cidade de Brasília, aonde, através de um convênio com a Secretaria de Educação do Distrito Federal, tem o nome de *Ciência em Foco,* duração de cinco anos e atividades que atingem todas as 532 escolas da rede com 7,3 mil professores do 1º ao 9º ano. O projeto está ainda na rede pública de Amparo, interior de São Paulo. A Secretaria Municipal de Educação adotou o CTC! em 2008, oferecendo, inicialmente, para 450 alunos do 4° ano do Ensino Fundamental. O projeto foi ampliado, em 2009, para beneficiar 1.300 estudantes do 3º, 4º e 5º ano. Também a partir de 2009, o CTC! está sendo implementado em 160 escolas do Rio de Janeiro, 150 delas em áreas conflagradas, por meio de convênio com a Secretaria Municipal de Educação da cidade. No Rio, o Programa CTC! recebeu o nome de *Cientistas do Amanhã* e envolve cerca de 100 mil alunos e 2.500 professores. Em Maringá, interior do Paraná, o CTC! chegou em 2005. Adotaram o Programa, inicialmente, seis escolas e aproximadamente 1.582 alunos de 1ª a 4ª série. Em 2007, mais seis instituições de ensino seguiram o exemplo das anteriores. Eram beneficiados, então, cerca de 3.200 alunos de 1ª a 4ª série. O Programa continua. Em 2009, está em negociação contrato para expansão do CTC! no período de 2009 a 2013. A negociação prevê que, a partir de 2010, todas as 42 escolas da rede o adotarão, favorecendo aproximadamente 15.000 alunos.

A atividade do CTC! consiste em um trabalho inicial de capacitação dos professores, de 40 horas, seguido de 8 horas mensais de supervisão direta. A

filosofia de trabalho é semelhante à do Mão na Massa, porém a estrutura do CTC! permite a implementação com qualidade em larga escala. Inclui:

- Uma atitude investigativa;
- O diálogo ensino/aprendizagem;
- A construção de conhecimentos essenciais em complexidade crescente;
- O uso de materiais adequados integrados na experiência de sala de aula.
- O desenvolvimento profissional permanente do docente.
- Consulta a um Conselho Consultivo e Diretivo composto por profissionais reconhecidos da Educação e da Ciência.

Segundo o presidente da Sangari, a questão chave do programa de ensino de ciências CTC! é a *integração* de seus diversos componentes, ou seja, como o programa entra numa rede de ensino, em sala de aula, se enraíza e produz mudança. O tripé básico de sustentação é material + formação + gestão. No Brasil, a empresa tem cerca de 500 profissionais especializados e multidisciplinares. A sede, em São Paulo, conta com infraestrutura composta de laboratórios de pesquisa, sistemas de produção de materiais educativos, controle de qualidade e logística. Há equipes permanentes de professores, pesquisadores e especialistas em didática e em formação de educadores trabalhando no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento com foco na elaboração de novas unidades didáticas, materiais e uso de novas tecnologias. Para apoiar o trabalho do CTC!/Ciência em Foco no Planalto Central, foi aberta, em 2007, uma filial da empresa em Brasília. Em 2009 a empresa inaugurou sua operação em duas províncias da Argentina, Buenos Aires e Tucumán. Os educadores da Sangari Argentina atuam em parceria com o P&D no Brasil para adequar os conteúdos do CTC! à realidade local.

Cada sala de aula recebe um armário com os materiais necessários para que os estudantes possam trabalhar de forma experimental, e existe uma estrutura de apoio para manter o fluxo de suprimentos, sobretudo de materiais perecíveis, e uma *hot line* telefônica para atender aos professores. Em São Paulo, e sobretudo em Brasília, aonde se desenvolve o projeto de maior porte, existem grandes galpões onde se organiza o material e se montam os kits de uso em sala de aula. Toda a operação de montagem dos kits, peça chave para o sucesso da metodologia da Investigação, prevê controles estritos de qualidade e uma

logística sofisticada, dirigida por profissional experiente. A empresa investe em material de qualidade, com conteúdo próprio desenvolvido por equipes especializadas de pesquisadores e professores universitários, com livros texto para o aluno e livro do professor, mais kits de experiência entregues em sala de aula, nas escolas, para uso por cada aluno. A proposta é levar o laboratório à sala de aula, e não os alunos aos laboratórios da escola, que dificilmente estão acessíveis, quando existem, e quase nunca funcionam como instrumentos de aprendizagem. Cada criança recebe aquilo de que precisa para a experiência, com materiais simples, de baixo custo e bem acabados, até mesmo seres vivos, como foi o caso do estudo das minhocas. O material consumível é substituído, e o mesmo ocorre quando algum material permanente quebra ou se danifica. Os livros não são consumíveis, eles são da escola, que os passa para as crianças do ano seguinte.

O segundo pilar do Programa é a formação continuada de professores, com suporte ao professor na escola, através de uma rede de tutores treinados, cuidando para que o professor se sinta seguro (*nurturing*) e também apoiando a gestão da escola, com reuniões na escola, com a direção, com a comunidade de pais e responsáveis, com coordenadores pedagógicos. A depender do lugar onde o CTC! está implementado, há uma formação inicial de quatro semanas e formações semanais ou quinzenais, além de um encontro por mês, para os docentes das séries finais. Todas as escolas recebem, pelo menos, uma visita por mês. São ao todo 36 unidades didáticas, quatro para cada série (trabalham-se três unidades didáticas por série a cada ano), e cada unidade contém 16 aulas. Dentro de alguns anos, haverá novas unidades para as mesmas séries, diversificando os conteúdos para trabalhar os mesmo conceitos. A expectativa é que em cinco anos, que é a duração do projeto em Brasília, o professor que já terá sido formado, já dominará a metodologia e a dinâmica, e terá mudado seu comportamento em sala de aula.

Além da formação nas diferentes unidades didáticas e de receber o livro do professor, cada docente recebe também cadernos, vídeos e roteiros de formação, indicando ao professor como ele pode avançar pelo material. As Tecnologias de Informação e Comunicação são utilizadas para a formação do

professor, mas propositalmente não em sala de aula, com o aluno. A direção do Programa considera que ainda não é real trabalhar com as TIC com o aluno em localidades onde por vezes não há computador, ou a conexão é lenta, ou os problemas de capacitação são grandes, mas a empresa está preparada para adotar esses instrumentos a médio prazo. No livro do professor há primeiro uma apresentação do próprio Programa CTC!, com explicações sobre objetivos, metas, metodologia, avaliação. Depois orientações gerais sobre como gerir o tempo, organizar o espaço, utilizar os materiais, estimular a interação, além de orientações de planejamento. Cada unidade é apresentada com a mesma estrutura de justificativa, objetivos, visão geral da unidade, articulações com outras áreas como língua portuguesa (leitura e escrita), matemática, história, geografia e arte, apresentação do material consumível e não-consumível. Há em cada aula a reprodução do livro do aluno com indicações de como utilizá-lo, há seções “para saber mais” e bibliografia para aprofundamento inclusive na Internet. Ao final há instrumentos e sugestões de avaliação.

Os tutores se encarregam de realizar a formação de professores e acompanhar os coordenadores pedagógicos nas séries iniciais e finais: todos são licenciados em ciências, com docência de no mínimo três anos no ensino fundamental. Passam por três semanas iniciais de treinamento na metodologia e conteúdo de cada unidade, depois como observadores com a equipe de São Paulo. Sua formação completa leva um ano, para depois atuarem com autonomia. A visão da equipe da Sangari Brasil é que é preciso mudar a formação inicial do professor e suas crenças sobre o ensino de ciências. No futuro, a empresa planeja trabalhar na formação inicial dos professores em universidades, inclusive com educação à distância.

O terceiro pilar do programa é a gestão, que se baseia na estruturação e sistematização das informações, com farta documentação de controle e feedback, que permite ajustes e correções imediatas. Há relatórios mensais e trimestrais da gestão para cada cliente, cada secretaria e cada escola. Cada ida de um tutor a uma escola gera um relatório em formulário, que é analisado pelo supervisor. Todos os dados são tratados, entram em um sistema, e cada diretoria separadamente recebe o relatório. Como todos os processos estão estruturados

e documentados, a expectativa é que seja possível replicá-los em qualquer rede, trabalhando na formação de supervisores, formadores e tutores. A expectativa é que em breve a Sangari Brasil – que hoje envolve quase meio milhão de alunos com o CTC! - esteja atendendo a um milhão ou mais de estudantes.

O programa CTC! no Distrito Federal

No projeto do Distrito Federal há um mediador por escola de série inicial, e um mediador por Delegaria Regional de Educação para as séries finais, que contam na escola com um supervisor pedagógico. É esta equipe de mediadores que trabalha com a equipe do Sangari, além dos professores das primeiras séries, diretamente. A equipe da Sangari Brasil no Distrito Federal reúne, além do pessoal administrativo e de logística, um gerente de projetos, uma assessora, 6 supervisores pedagógicos e 38 tutores. Cada um dos 38 tutores trabalha com 15 mediadores que são os supervisores pedagógicos da secretaria de educação nas escolas. O Programa teve início em novembro de 2007, com todas as etapas preparatórias, de estruturação de equipe, preparação de materiais, formação de formadores e tutores, até ser lançado em maio de 2008 nas escolas do primeiro ciclo do ensino fundamental do 1º ao 5º ano (ou 1ª a 4ª série, na modalidade antiga, mantida ainda por algumas escolas). Desde agosto de 2008 o programa passou a incluir as escolas do segundo ciclo (até 8ª série ou 9º ano). O custo médio estimado do programa CTC! por aluno nas escolas públicas é de R$ 240,00 por ano, valor que deve ser comparado com o custo médio por estudante do ensino fundamental de 2 mil reais no Brasil como um todo.

Em 2008, por encomenda da Secretaria de Educação do Distrito Federal, foi realizada uma avaliação para diagnóstico do impacto inicial da implantação do programa Ciência em Foco, executada pela Rede de Informação Tecnológica Latino-Americana (RITLA) em parceria com a UNIRIO (Andrade, Esteves e Farah Neto 2009), que constou de duas etapas, quantitativa e qualitativa. A avaliação foi feita em uma amostra de 2 mil alunos e 600 professores em 200 turmas sorteadas aleatoriamente, abrangendo 172 escolas de todas as 14 Delegacias Regionais. A etapa qualitativa foi realizada em 16 unidades escolares, com 34 grupos focais e 57 entrevistas individuais, num total de 307 participantes, entre

alunos, professores, diretores, pais, mediadores, tutores, representantes da SEDF e da Sangari Brasil. Dentre os resultados encontrados, destaca-se que 89,7% dos professores afirmaram que houve aumento do envolvimento dos alunos nas aulas de ciências, e 70,1% apontam maior envolvimento deles mesmos nas aulas de Ciências, o mesmo sendo percebido pela Direção. Também neste primeiro momento de implantação, 44,1% dos professores queixaram-se de formação e orientação insuficiente, sendo que 56,8% apontam ter recebido formação constante enquanto 34,2% afirmam ser a formação esporádica. O ponto alto do programa é a possibilidade de experimentação em sala de aula, tanto nas respostas dos professores quanto dos alunos, que reportam que é o ambiente familiar aonde mais falam sobre o Programa Ciência em Foco. Apesar de o material ser auto-explicativo, os docentes pedem mais formação e suporte para seu uso e questionam o papel do mediador como multiplicador da formação. Também solicitam que lhes seja conferido um certificado de formação e de participação no programa. Sobre a continuidade do programa, 100% dos diretores, 97,4% dos professores e 99,4% dos alunos respondem sim.

Resultados do Programa Ciência em Foco, segundo os professores			
Diagnóstico de impacto inicial, 2008			
	Sim (%)	Mais ou Menos (%)	Não (%)
Proporciona a construção ativa e significativa do conhecimento por meio de experiências	86.4	12.7	0.9
Integra o ensino de Ciências às demais disciplinas	67.2	27.1	5.7
Transforma a escola em ambiente atraente e motivador	62.4	32.9	4.7
Envolve os pais e a comunidade	12.2	50.9	36.9
Desenvolve a autoestima e a autoconfiança	60.1	35.6	4.2
Desenvolve o senso de cooperação e respeito	80.0	18.9	1.0
Desenvolve a capacidade de resolver problemas	72.9	26.0	1.0
Estimula o pensamento crítico dos alunos	85.7	13.4	0.9
Fonte: Andrade, Esteves & Farah Neto, 2009			

Quadro 20

Nas observações realizadas em visitas a duas escolas do Distrito Federal, uma mediadora de uma escola informa que as professoras de classe pedem o que chama de “amarradinho”, isto é, que se possa trabalhar as outras disciplinas nesta mesma metodologia no 3º e 4º ano, pois as crianças ficam muito mais

estimuladas. Também uma professora de 2ª ano relatou que as crianças pedem aos pais para não marcar consulta médica em dia de aula de Ciências.

Uma das tutoras entrevistadas e que acompanhou a visita à escola de séries finais observa que em geral essas escolas têm salas-ambiente preparadas para as aulas de Ciências, e nas turmas há alunos do programa de inclusão (alunos especiais) e de aceleração da aprendizagem. Esta tutora informa que a maior dificuldade percebida com os professores diz respeito aos conteúdos específicos das unidades e não à metodologia, com a qual os professores demonstram mais facilidade.

Rede Nacional de Educação e Ciência: interação de universidades e escolas públicas - Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ.

O médico, bioquímico e pesquisador Leopoldo de Meis[53] é professor emérito de Bioquímica Médica na Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde, desde a década de 1980, pesquisa a relação ensino-aprendizagem em Ciências, primeiro em âmbito universitário, depois para as séries escolares.

Desde 1985, criou um programa educacional de popularização da ciência, onde aplica a metodologia investigativa: "o menino é quem faz a pergunta". Os monitores, geralmente alunos da pós-graduação, passam por uma preparação intensa, ao longo de seis meses, para não dar respostas prontas e conduzir a investigação. Mas ressalte-se que para o criador do Programa, "não existe ciência sem emoção, ninguém aprende sem emoção". Assim, ele introduz na metodologia o elemento lúdico, unindo Ciência e Arte, em alguns projetos. A partir deste programa de educação em ciências, centrado em cursos de férias para alunos e professores da rede pública, estruturou-se desde 2002, uma rede nacional, envolvendo grupos de trabalho em outros estados.

No Rio de Janeiro, o Instituto de Bioquímica da UFRJ mantém três grupos de trabalho dentro do programa: um coordenado diretamente por Leopoldo de

[53] Possui graduação em Medicina pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1961). Atualmente é Professor Emérito da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Bioquímica, com ênfase em Metabolismo e Bioenergética, atuando principalmente nos seguintes temas: cálcio, ATP, Ca2+-ATPase, ATPase e ciência. Dedica 85% de seu tempo à Ciência e 15% ao ensino em Educação (do Currículo Lattes).

Meis, Ciência e Arte, centrado em produção de materiais didáticos produzidos em parceria entre pesquisadores, pedagogos e artistas: já produziram uma peça de teatro, um livro e três DVDs. Um grupo coordenado por Wagner Seixas da Silva[54], que produz os Cursos de Férias (tanto para os alunos como para professores da rede pública) e é responsável pelo Programa Jovens Talentosos, e um grupo sob responsabilidade de Vivian Rumjanek[55], voltado para a educação científica de surdos-mudos. A partir de seu trabalho em cursos de férias, com esta população, e da montagem de um glossário científico na linguagem dos sinais, junto com especialistas da área, foi lançado em julho de 2009, um curso de extensão em biociência para surdos, com duração de um ano, com aulas diárias, na mesma metodologia. A primeira turma tem 11 alunos.

Os Cursos de Férias são oferecidos duas vezes por ano, em julho e janeiro, durante uma semana, de segunda a sexta-feira, 8 horas por dia, para jovens entre 15 e 18 anos, provenientes de famílias de baixa renda, freqüentando o ensino médio da rede pública. No início, os monitores visitavam as escolas explicando a proposta do curso aos professores e abriam-se as inscrições. Atualmente há demanda espontânea.

Trabalham-se seis temas por ano, nesses cursos, com até 60 alunos por turma. Cada período de férias pode ter até 4 turmas simultâneas, num total de 240 jovens. Num primeiro momento, tenta-se "desdoutrinar" o jovem, e desmistificar a aprendizagem de ciências. No primeiro encontro, são expostos a uma aula clássica, formal, em que o "professor" só diz bobagem e inverdades (chamada internamente de "aula-trote"). Ao fim dessa "aula" os jovens percebem os erros e reconhecem o "estereótipo da atividade intelectual". Depois vão ao laboratório e aprendem a formular perguntas, reunidos em grupos de 3 a 4 alunos. Os alunos passam por todo o método científico, de indagação,

---

[54] Concluiu o doutorado em Química Biológica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2004. No mesmo ano, iniciou seu pós doutorado no Brigham and Women's Hospital/Harvard Institute of Medicine agraciado como bolsista da PEW Latin American Fellows (Currículo Lattes).

[55] Possui graduação Ciências Biológicas Modalidade Médica pela UEG atual UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1969), mestrado pela University of London (1973) e doutorado pela University of London (1976). Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Currículo Lattes)

observação, formulação de hipóteses, pesquisa, experimentação, crítica e conclusão. Usam materiais produzidos por eles mesmos. De 1985 a 2007, formaram-se 3.321 alunos.

Ao fim do curso, os mais interessados são incluídos no Programa Jovens Talentosos, convidados a estagiar no laboratório de Bioenergética, sede do programa, passam a trabalhar em dupla, com um orientador/monitor. O programa paga curso de inglês e por vezes, quando necessário, pré-vestibular para esses jovens.

Desde 1994 o curso de férias é também oferecido para professores de ensino médio e fundamental, também em julho e janeiro, com duração ampliada (80 horas). São duas semanas, 8 horas por dia. A metodologia é a mesma do curso de jovens e segue aproximadamente a mesma dinâmica, na primeira semana. Na segunda semana, os professores são convidados a ocupar o lugar dos monitores. Isso provoca algumas resistências, mas os resultados foram considerados tão satisfatórios que, a partir desta experiência, montou-se o curso de extensão *lato senso* para formação de professores no ensino de ciência e criou-se dentro da pós-graduação em química biológica uma área de concentração em "educação, gestão e difusão em biociência". Apesar de não haver nenhum impedimento à participação de escolas particulares, a quase totalidade do público participante provém da rede pública. Até 2009, o curso tinha formado 1.055 professores.

Há momentos nos cursos de férias, dependendo do tema tratado, em que os alunos e professores em formação se misturam. E, é claro, o encerramento acontece numa grande confraternização, com a exibição da peça teatral *O método científico*, seguida pela apresentação do material didático elaborado pelos pesquisadores do Instituto de Bioquímica (livro e DVD).

Este ano, com recurso da FAPERJ que se destinava a recuperar uma escola pública "adotar uma escola", o grupo reativou o laboratório da escola e levou em julho o curso de férias para lá, tanto para os jovens como para os professores, apontando a possibilidade de trabalhar com a realidade da escola, sem grandes mudanças além da criatividade e formação.

Em seu início, o Programa de Educação e Ciências recebeu financiamento da Fundação Vitae e do Banco do Brasil, e depois da FAPERJ. Em 2007, o

programa foi um dos contemplados pelo edital Programa de Melhoria do Ensino nas Escolas Públicas do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

Em 2002, a Fundação Vitae selecionou o Programa para dar início à expansão e formação de uma rede em oito universidades públicas (R$ 800 mil). Também obteve financiamento da FINEP e da CAPES, para ampliar a rede para 19 universidades e centros de ciência (R$ 2 milhões em dois anos). Hoje já são 24 grupos trabalhando, e algumas universidades mantêm mais de um grupo. Entre os grupos encontram-se: UFRJ, UFRGS, UFMG, UFRN, UFSC, UFC, Espaço Ciência, UFPA, este último, em Belém, levando o curso de férias a cidades ribeirinhas.

Os alunos recebem transporte, alimentação, compra-se material de laboratório, e depois, o apoio continua para os que vão prestar vestibular (curso de inglês e preparatório). Os monitores recebem R$ 500,00 de bolsa para preparar o curso, e um crédito em seu curso de pós-graduação.

Todas as informações estão guardadas em um banco de dados, com o número de inscrições, separado por escolas, e referência de contato com ex-alunos.

Nos estados, o formato dos cursos varia um pouco, de acordo com a instituição. Em Sergipe a equipe de Vandemberg identifica jovens talentos matemáticos que acabam vindo para o IMPA completar a formação.

Há relatos guardados e exemplos da diferença que o curso fez para jovens e também para professores, muitos dos quais se interessam por seguir estudando a metodologia e chegam ao doutorado.

Periodicamente há uma avaliação externa contratada para acompanhar os cursos de férias e fazer um diagnóstico que serve de orientação para os rumos a seguir. Também cada participante do curso recebe um questionário antes de começar o curso e ao final, para comparar suas próprias respostas depois de passar pela semana de formação.

Organizam-se encontros anuais da rede: um ano é realizado o encontro de criatividade, quando são convidadas pessoas de fora das ciências, artistas, que tragam uma discussão para que a equipe “abra a cabeça”, segundo Wagner. No outro ano, o encontro é de prestação de contas, de avaliar o que foi feito: cada coordenador de grupo apresenta seu trabalho, com sua equipe, quantidade de alunos e professores formados, relato de atividades e resultados, etc. Todos os

Simpósios têm equipe de avaliação externa, que ajudam a identificar os pontos fortes e fracos e são importantes para decisões sobre o que fazer.

A última avaliação identificou a necessidade de se contar com uma fonte de financiamento permanente, menos instável que a participação em editais, para possibilitar a ampliação da rede e a execução de programas que por vezes não são contemplados pelos editais.

Os programas e atividades podem ser consultados em http://www.bioqmed.ufrj.br/

Programa de Educação Integrada - Fundação Romi

A Fundação ROMI foi criada em 1957 para promover atividades assistenciais para os funcionários das Indústrias Romi em Santa Bárbara do Oeste, São Paulo, e programas de formação profissional em parcerias com o SENAI-SP e Secretaria Estadual da Educação. A partir de 1999, seus programas passam a ser abertos a toda a comunidade, desenvolvendo atividades culturais e educacionais para a população do município. A Fundação é dirigida pelo Dr. Liu Fat Kam, que trocou a carreira de medicina pelo ideal educacional.

O principal projeto educacional da Fundação ROMI, do qual todos os outros se originam é o NEI - Núcleo de Educação Integrada, criado em 1993. Integram este Programa o *Projeto Abelhas Ocupadas*, o *Encontro de Educadores,* o *Projeto LEP (Logo na Escola Pública)*, o projeto *Seja seu Filho por um Dia*, o projeto *Meu amigo da escola pública*, e o projeto *Bolsa Auxílio*, para ex-alunos carentes que desejam continuar seus estudos em escolas técnicas públicas da região.

O Núcleo de Educação Integrada é destinado a alunos da escola pública das 7ªs e 8ªs séries, que participam de aulas semanais por dois anos, em horário oposto ao da escola. As crianças se inscrevem no projeto, participam de um processo seletivo por competências e, no mínimo, uma criança por escola é contemplada. Os alunos entram quando estão cursando a 7ª série e saem quando se formam na 8ª série e passam ao nível médio (na nomenclatura atual, são

alunos de 8º e 9º ano). São ao todo 240 alunos, divididos em dois turnos, sendo metade renovável a cada ano.

A metodologia utilizada é a Pedagogia de Projetos, baseada na investigação e nos desafios, e desenvolvida em conjunto pela equipe multidisciplinar da Fundação, formada por professores especialistas, todos pós-graduados e com experiência em sala de aula. Suas referências são Paulo Freire, Jean Piaget, Vygotski e José Pacheco (criador da Escola da Ponte, em Portugal) (Alves 2002).

A prioridade é dada aos conceitos e à metodologia de investigação e menos à transmissão de conteúdos explícitos, que devem ser consequência do processo. O processo de aquisição de conhecimentos é construtivista e a meta é conseguir que o aluno desenvolva autonomia, capacidade de liderança, espírito de colaboração e solidariedade. Cada projeto é trabalhado nas seguintes áreas do conhecimento: Temática Interativa, Matemática, Inglês, Artes, Ciências, Filosofia, Música e Informática

A cada novo projeto semestral, decidido em conjunto entre professores e a coordenação, os professores se reúnem em uma sala, cada qual com seu computador. Em 2009, estão tratando do Ano Internacional da Astronomia, e decidiram na volta às aulas, a partir de agosto, abordar o tema dos grandes astrônomos. Nessa reunião coletiva, cada professor cria seu desafio. Cada disciplina parte de um desafio e o professor prepara seu módulo, que pode ser desenvolvido em parceria com o professor de outra disciplina. Pelo fato de trabalharem juntos, na mesma sala, um sabe o que o outro está fazendo, e produz-se sinergia. Cada desafio deve ser resolvido em quatro dias, e as turmas trabalham dois desafios por vez. Cada tema ocupa dois meses de atividades centradas em desafios. O foco do projeto é no *fazer* e *vivenciar.*

Há projetos que deixam de lado a disciplina e trabalham conjuntamente um tema único. Por exemplo: Semana da sexualidade (isso é decidido entre a coordenação pedagógica e os professores, por identificar alguma necessidade específica, por exemplo, colegas grávidas na escola).

Os alunos são divididos pelos professores em grupos heterogêneos, misturando crianças da 7ª e 8ª séries. Há pastas em nome de cada grupo, do G1 ao G18 ou G19. Não há um relatório geral. Há 3 anos, incluíram parâmetros de avaliação, como: eu participei? Ouvi? Me expressei? Busquei informação? Há várias avaliações: auto-avaliação, avaliação que o aluno faz do grupo, avaliação que ele faz do professor, avaliação que ele faz do projeto. Por outro lado, o professor também dá sua avaliação do grupo e de cada participante. Depois os professores procuram individualmente os alunos para discutir sua avaliação. (A condição de permanência no projeto é que tenha um bom desempenho na escola regular).

Quando as crianças chegam à Fundação, há uma semana de integração, onde se estabelecem as regras do jogo. As regras pactuadas são escritas, assinadas, e coladas nas paredes da Fundação. Os alunos antigos entram uma semana antes para discutir essas regras, analisando o que funcionou ou não funcionou. Os alunos são cobrados segundo estas regras (por exemplo: ordem, limpeza, respeito, pontualidade etc.).

Depois, eles são apresentados ao primeiro desafio, que é sempre uma apresentação ao tema. Espera-se que eles observem o fenômeno, construam um olhar científico. Não recebem respostas prontas. Os professores são orientados a questionar.

Às sextas-feiras, não há atividades regulares. A Fundação fica aberta para os alunos usarem livremente o material e a sala de informática, mas os professores se reúnem para reorganizar, comentar, discutir o andamento da semana. Tem também uma atividade chamada *Momento de Aprender Mais* em que os alunos, que desejarem inscrevem-se para terem atividades suplementares sobre o tema.

A equipe do *Núcleo de Educação Integrada* é composta por uma coordenadora pedagógica (Sueli Torres), 18 professores contratados pela CLT , habilitados nas diversas disciplinas, uma estagiária de pedagogia e uma assistente administrativa. Para outras atividades a fundação conta com mais 27 funcionários.

Como desdobramento do Núcleo de Educação Integrada, criou-se o *Projeto Abelhas Ocupadas*, em que os alunos do NEI atuam como monitores voluntários, repassando os conhecimentos e habilidades adquiridos para uma geração logo abaixo da sua. O projeto é realizado aos sábados, de manhã, e os participantes são transportados até a Fundação Romi em ônibus da Secretaria Municipal de Educação que é também responsável pelo fornecimento da alimentação para esses alunos. O projeto atende a 100 alunos, tem a duração de um ano, a supervisão dos professores do Núcleo de Educação Integrada e acompanhamento dos professores das escolas de origem.

O Projeto *Seja seu Filho por Um* dia é realizado a cada semestre, em que os pais participam de atividades pedagógicas sob a orientação do próprio filho. O projeto pretende aproximar as famílias da escola e mostrar aos pais a importância do estudo e do trabalho intelectual.

O *Projeto Bolsa-auxílio* é destinado a ex-alunos carentes para possibilitá-los a freqüentar a escola técnica do estado, fornecendo-lhes recursos para transporte e alimentação. São contemplados 20% dos alunos de 8ª série do NEI de cada ano letivo. A contrapartida para a concessão da bolsa é a frequência em 75% das aulas da escola técnica, e que tenham um bom desempenho na escola técnica.

A Fundação ROMI também realiza anualmente, no recesso escolar de julho, um Encontro com Educadores, em parceria com a Secretaria Municipal de Educação, com a duração de uma semana, sempre com uma palestra de abertura, e depois dezenas de oficinas dirigidas tanto pela equipe da própria Fundação, como por especialistas convidados. Os professores se inscrevem voluntariamente, todas as oficinas são gratuitas, e há sempre uma longa lista de espera. Em 2009 inscreveram-se 457 professores, de um total de 1070 professores da rede pública municipal. As oficinas começam às 8h, e são dadas em três turnos, manhã, tarde e noite, inclusive no sábado. Algumas são repetidas em horários diferentes, devido à grande procura. Nas áreas de circulação da Fundação ocorre uma feira de livros e materiais didáticos, para o ensino fundamental.

Além deste Encontro, a Fundação realiza oficinas de capacitação em Logo para professores da rede pública: durante uma semana, com aulas diárias, em encontros de 4 horas de duração, e em outros momentos do ano letivo, de acordo com a necessidade, eles se familiarizam com a linguagem LOGO e desenvolvem um projeto. Levam o software para instalar e trabalhar com seus alunos, graças à parceria com a Secretaria Municipal de Educação.

8. Conclusões e recomendações

O levantamento das iniciativas brasileiras na área de educação em ciências para crianças, à luz da literatura internacional sobre o tema, de um lado, e as evidências sobre os altos níveis de analfabetismo científico entre os estudantes, por outro, mostram que ainda há um grande caminho a percorrer. Em sua quase totalidade, as iniciativas observadas são estimulantes e enriquecedoras para os que delas participam, mas, na maioria dos casos, de pequena escala, pouco institucionalizadas, mal financiadas, com pouca ou nenhuma integração com os sistemas escolares e de formação de professores, e não possuem mecanismos sistemáticos de avaliação e acompanhamento de resultados.

Para este levantamento, tivemos a oportunidade de observar as atividades de diferentes projetos, seja na formação de professores, seja nas atividades em sala de aula, em escolas regulares e em programas extra-curriculares. Em geral, a formação de professores é feita da mesma forma que o trabalho com os alunos, ou seja, um processo em que os participantes levantam questões, fazem uso de materiais e instrumentos simples para testar suas idéias, discutem os resultados em grupo e registram depois suas conclusões. Sem exceção, foi possível observar como esta metodologia cria um ambiente de trabalho altamente motivante e participativo, muito diferente das aulas tradicionais em que os professores ditam os conteúdos que os alunos anotam, com os problemas associados de incompreensão, desinteresse e indisciplina. Também pudemos observar que, apesar de que todos os projetos adotam os princípios construtivistas de que o conhecimento deve ser desenvolvido em

conjunto pelos alunos e professores, através do questionamento e da indagação, na prática existe grande variação em relação ao grau de estruturação das aulas. Em alguns casos, os trabalhos se dão de forma bem aberta, aonde os professores atuam sobretudo como facilitadores, deixando que os conhecimentos e as conclusões se desenvolvam a partir dos trabalhos do grupo. Em outros, os professores têm objetivos muito bem definidos, fazem uso de materiais previamente preparados, incluindo livros ou apostilas, e vão transmitindo os conhecimentos na medida em que as questões vão sendo induzidas pelo processo de discussão.

Exceto pelo projeto Sangari em Brasília, que atua sobre toda a rede escolar do Distrito Federal, e o projeto da Universidade de Viçosa em Minas Gerais, que trabalha com centenas de professores da rede escolar do Estado, todas as atividades que pudemos observar são de pequena escala, desenvolvidas artesanalmente, e conduzidas por um grupo pequeno de pessoas. Mesmo quando existem convênios com secretarias de educação, as atividades dificilmente vão além da formação proporcionada a um número reduzido de orientadores pedagógicos e professores. Nestas circunstâncias, é impossível determinar se os efeitos positivos observados se devem às qualidades próprias da metodologia de trabalho ou manifestações do que se conhece como o *Hawthorne effect,* segundo o qual as pessoas que participam de um experimento respondem de forma positiva e melhoram seu desempenho pelo simples fato de que elas estão participando deste experimento, e não necessariamente pelo conteúdo ou natureza do trabalho que estão desenvolvendo (Diaper 1990; Landsberger 1958).

Da mesma forma que na engenharia, a passagem da pequena escala, artesanal, "de bancada", para a grande escala, profissional, capaz de beneficiar de forma significativa as milhões de crianças que hoje estudam nas redes de escolas públicas e privadas do país, traz problemas e questões que não aparecem nas iniciativas localizadas.

A primeira questão é como fazer com que os métodos e atitudes de trabalho desenvolvidos em pequenos grupos, a partir de lideranças bem

formadas e comprometidas com as novas metodologias, se difundam pelas redes escolares. Em alguns projetos isto é tentado através da formação de orientadores pedagógicos de escolas ou distritos educacionais, que teriam a função de transmitir os conhecimentos e as experiências adquiridas para os orientadores pedagógicos e professores de outras escolas ou das próprias. Em outros, por atividades de formação de professores, seja presencialmente, seja de forma semi-presencial ou à distância. Nada garante, no entanto, que a transmissão em cadeia funcione de maneira adequada, sem perda de qualidade e de motivação. A expectativa otimista de que os professores que passam por estas experiências de formação continuem a trabalhar conforme a metodologia aprendida e a difundam entre seus colegas, em um processo virtuoso de contágio, também é problemática. Na realidade, existem muitos fatores que atuam em sentido contrário, como, entre outros: as pressões administrativas e burocráticas a que os professores estão submetidos; o peso das práticas tradicionais, que não são facilmente reversíveis; o pouco conhecimento que os professores têm dos temas de ciência; e a inexistência de padrões e materiais de referência claros e facilmente disponíveis.

Para que estas experiências possam ser aplicadas em grande escala, algumas condições deveriam ser preenchidas. A primeira é que o trabalho desenvolvido pelos professores junto aos alunos seja permanentemente monitorado, acompanhado e apoiado. É preciso saber se os professores estão seguindo as práticas recomendadas, se os alunos estão adquirindo os conhecimentos e as atitudes que devem desenvolver, se dispõem de materiais adequados para seu trabalho, e apoiar os professores com sugestões, materiais, e atividades complementares de formação.

A segunda condição é que o trabalho dos professores seja em grande parte padronizado e sistematizado, em termos dos conteúdos a serem dados nos diversos períodos, das seqüências de formação, dos materiais utilizados e dos sistemas de avaliação do desempenho dos alunos. Esta necessidade de padronização vai contra as premissas construtivistas mais extremas, segundo as quais todo o processo educativo deveria transcorrer de forma aberta, como resultado da livre interação e da pesquisa feita pelos estudantes a partir de suas

próprias experiências e curiosidades com os professores atuando como facilitadores. Segundo estas premissas, a existência de materiais padronizados, livros didáticos e sistemas regulares de acompanhamento e avaliação de resultados, assim como a intervenção mais ativa dos professores no processo de aprendizagem, seriam perniciosos e indesejáveis. O problema é que estes processos abertos só funcionam bem quando o professor é muito bem formado e os estudantes também tenham passado por um processo adequado de educação inicial, através do qual tenham consolidado a capacidade de leitura, escrita e uso de conceitos básicos de matemática. Quando isto não ocorre, como é a situação geral do ensino público no Brasil, o mais provável é que, sem os instrumentos, a orientação e o acompanhamento adequados, os professores não consigam fazer com que os alunos desenvolvam os conhecimentos e as habilidades que os próprios professores muitas vezes não têm. A existência de um sistema estruturado e guiado de ensino, fortemente apoiado em materiais didáticos e sistemas de acompanhamento, não é incompatível com procedimentos pedagógicos que estimulem a curiosidade, a participação e o trabalho em grupo dos estudantes, e não significa necessariamente que se reverta aos métodos convencionais de ensino por repetição e memorização.

A terceira condição é que o trabalho de capacitação em educação em ciências seja integrado com os cursos de formação de professores, assim como com os currículos escolares nas redes. Existem hoje, no Brasil, inúmeros cursos de formação de professores em ciências para o nível médio e fundamental superior, associados a institutos e departamentos de ciências naturais nas universidades, mas os cursos regulares de pedagogia nas faculdades de educação, que preparam os professores para os anos iniciais, ainda não incorporaram a educação em ciências como disciplina central. Esta incorporação é particularmente difícil porque não se trata, somente, de familiarizar o professor com determinado método de ensino, mas de fazer com que ele adquira os conhecimentos básicos de ciência que normalmente deveriam ter incorporado, mas não o fizeram, durante a educação básica. A grande maioria das atividades de formação de professores nos projetos visitados é de curta

duração, ou voltados para o interior do próprio projeto, sem efeito multiplicador visível.

Para que os projetos de educação em ciências penetrem efetivamente e influenciem a qualidade das redes escolares, é necessário que eles sejam realizados através de convênios e acordos de cooperação firmes e de longo prazo com as secretarias estaduais e municipais de educação, ou que possam ter acesso a fontes estáveis e regulares de financiamento. Existem relatos de várias experiências de envolvimento efetivo de secretarias de educação com programas de educação em ciências em São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, e Distrito Federal, mas várias destas experiências têm em comum o fato de que serem acordos de cooperação precários, que dependem da boa vontade eventual de um funcionário ou técnico, que dificilmente resistem às transições de direção que são típicas da administração pública brasileira. Além da cooperação formal com as secretarias, essencial para que os professores possam participar das atividades de formação e que os membros das equipes dos projetos possam acompanhar o trabalho que está sendo feito nas escolas, é importante que as atividades de educação científica não colidam, mas se integrem e colaborem com outros projetos que possam ser prioritários para as secretarias. Os sistemas de avaliação da educação básica do governo federal e dos governos estaduais implantados nos últimos anos, como o IDEB, e os sistemas de incentivo ao desempenho acadêmico das escolas, medido por estas avaliações, estão colocando uma pressão crescente e necessária, sobre as escolas, para que melhorem seu desempenho no ensino da leitura, escrita e matemática, desenvolvendo atividades complementares de reforço e acompanhamento se necessário, e reduzindo o tempo de outras atividades consideradas menos prioritárias. Existe uma forte convicção entre os responsáveis pelos projetos de educação em ciências de que a metodologia utilizada tem importantes efeitos positivos tanto para o raciocínio matemático quanto para o desenvolvimento da leitura e da escrita. Para as redes escolares, no entanto, estes efeitos deveriam ser mais palpáveis, para que o ensino de ciências possa ser integrado de forma mais efetiva às demais prioridades. Em resumo, é necessário que a educação em ciências penetre de forma mais consistente e passe a fazer parte central da

cultura pedagógica das secretarias de educação e das escolas, assim como dos cursos de formação de professores nas faculdades de educação, tarefa difícil e de longo prazo.

Não foi possível obter dos diversos projetos visitados uma estimativa de custos de suas operações, porque eles trabalham com financiamentos eventuais, e fazendo uso de instalações e pessoal das universidades ou secretarias de educação, e não contabilizam os custos de forma sistemática. No caso, da Sangari, a informação fornecida foi que o custo médio por aluno atendido no convênio com a Secretaria de Educação do Distrito Federal é de R$ 240,00 por ano ao longo de cinco anos, com maiores gastos concentrados nos anos iniciais. No programa de formação de professores da Universidade de Viçosa, os custos por professor foram, para o projeto, de R$1.300,00, mais o que o que os professores recebem para viagem e estadia. Estes valores devem ser comparados com o custo médio dos alunos da rede pública brasileira de educação básica, que é de cerca de 2 mil reais por aluno por ano, segundo as estimativas mais recentes[56]. Programas educativos como o da Escola Alfredo J. Monteverde no Rio Grande do Norrte e o da Fundação Romi, que empregam professores em tempo integral, pessoal administrativo e instalações de boa qualidade, são certamente muito mais caros do que isto. A questão que se coloca aqui é se é possível efetivamente aumentar a escala dos trabalhos de educação em ciências nas escolas sem uma injeção significativa de recursos adicionais.

Estes projetos têm sido financiados projeto a projeto por agencias governamentais federais, como o CNPq e a CAPES, e estaduais, como as fundações de amparo à pesquisa de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia e outras, assim como pelas secretarias de educação de diversos estados e municípios, assim como por universidades federais, que têm disponibilizado espaço físico, instalações e recursos humanos para os diversos projetos. Não existem, no entanto, programas públicos regulares de financiamento organizados especificamente para o financiamento da educação em ciências em

[56] http://www.inep.gov.br/estatisticas/gastoseducacao/despesas_publicas/P.A._precos.htm

seus diversos aspectos, aos quais os diversos núcleos pudessem encaminhar seus pedidos de apoio.

A partir de 1990, e até o encerramento de suas atividades em 2005, a Fundação Vitae, braço brasileiro da Fundação Lampadia, dedicou cerca de metade de seus recursos no país para a área de educação, com ênfase no ensino técnico e nos centros de ciência e difusão científica, despendendo um total de 56 milhões de dólares no setor. A Vitae foi especialmente importante no apoio às "experimentotecas" da USP de São Paulo e de São Carlos, dando início à produção de kits pedagógicos pelo CDCC, e financiou com recursos importantes o Museu de Ciências e Tecnologia da PUC do Rio Grande do Sul, o Espaço Ciência de Pernambuco e o Museu do Universo, da Fundação Planetário do Rio de Janeiro (Fundação Vitae 2006). Existem outras fundações privadas, como a Fundação Lemann e a Fundação Lily Safra, que têm dedicado recursos importantes para a educação em seus diversos aspectos, mas nenhuma ocupou o espaço que a Fundação Vitae deixou vazio.

Recursos da Fundação Vitae para a Área de Educação (1985-2006) (US$)	
Apoio ao ensino técnico de nível médio	19.577.243
Apoio a centros de ciências e difusão científica	17.932.459
Modelos alternativos de escolas e inovações pedagógicas	8.236.354
Aperfeiçoamento de professores e elaboração de material didático	8.196.319
Bolsas e apoios diversos	1.094.607
Concurso trinacional de cooperação	957,477
Total da área de educação	55.994.469
Fonte: Fundação Vitae, 2006, p. 17.	

A fragilidade dos vínculos com os sistemas de formação de professores e com as redes escolares vem acompanhada de uma outra fragilidade, da institucionalização dos projetos. Exceto pela Sangari, que tem uma estrutura empresarial, e pela Escola Alfredo J. Monteverde Natal e Fundação Romi, baseados em fundações constituídas, os demais são iniciativas de professores

isolados, vinculados na maioria das vezes às áreas de extensão de instituições públicas, com um quadro de pessoal muito reduzido, e sem autonomia para obter e gerenciar recursos próprios. Esta situação impede que os projetos cresçam e adquiram escala, e, ao mesmo tempo, dificulta sua vinculação aos programas regulares de formação de professores de nível básico e médio das próprias universidades em que os programas se localizam.

Finalmente, nenhum dos projetos visitados tem um sistema adequado de avaliação e acompanhamento de resultados. O tema da avaliação, como quase tudo na área educacional, está sujeito a controvérsias, e os sistemas de avaliação externa através de provas, como o realizado pelo PISA, são muitas vezes questionados por autores que acreditam que eles não capturam aspectos essenciais do processo educativo, e induzem os estudantes e professores a se preparar para as provas, e não para a educação enquanto tal. Os defensores destas provas argumentam, por outro lado, que as análises estatísticas comprovam a consistência dos resultados obtidos por estas avaliações, que elas permitem entender as relações entre os resultados obtidos e variáveis relevantes associadas às características dos estudantes, suas famílias, seus professores e das instituições em que estudam, e que provas bem concebidas podem capturar com bastante precisão as dimensões mais qualitativas do processo educativo; e argumentam também que os efeitos negativos de "trabalhar para a prova" podem ser minorados quando as provas são bem feitas, e de qualquer forma são menos prejudiciais do que a ausência de informações e conhecimento sobre os resultados dos programas de ensino. O Comitê Internacional de Avaliação do InterAcademy Panel tem sugerido a utilização da chamada "avaliação formativa", considerada como parte do próprio processo educativo, em contraposição à chamada "avaliação somativa", de resultados (Gronlund 1998; Harlen 2008; Sadler 1989). Independentemente das preferências por diferentes metodologias de avaliação, o fato é que a curta duração e a intermitência das diversas iniciativas têm impedido não só a implantação de sistemas de avaliação de conteúdo, mas inclusive a organização de estatísticas mais básicas sobre números de pessoas que passaram pelos diferentes programas, como professores ou estudantes, e seu destino posterior – por exemplo, se os

estudantes completam o ensino médio, seguem carreiras universitárias ou técnicas, se dedicam à pesquisa, etc.

Do ponto de vista do conteúdo dos programas de formação, cabem também algumas observações principais. A primeira é que, em sua quase totalidade, eles se dedicam à iniciação ou alfabetização científica em sua fase inicial, e nenhum está estruturado como uma progressão que possa levar desta motivação inicial de professores e alunos a uma educação em ciências mais completa e de mais longo prazo, como os sistemas de *scaffolding* que vários autores recomendam como essenciais para que o interesse e a motivação criados pelos métodos construtivistas possam servir de base efetiva para uma capacitação em ciências mais completa por parte dos estudantes (Hmelo-Silver, Duncan e Chinn 2007). Para que isto possa ser feito, é necessário trabalhar com uma noção clara a respeito dos conteúdos e competências que os estudantes deveriam adquirir e incorporar ao longo do tempo, tal como proposto pelos *benchmarks* da AAAS (American Association for the Advancement of Science 1993).

Uma segunda observação é que nenhum dos programas inclui as ciências sociais entre as ciências com as quais os estudantes deveriam se familiarizar e se interessar. Isto tem a ver, sem dúvida, com a tradicional divisão cultural entre as ciências naturais e as humanidades (Snow 1959), mas que hoje já não mais se justifica. Em alguns casos, os lideres dos projetos consideram que existem conteúdos sociais sendo transmitidos implicitamente, mas isto não é o mesmo que desenvolver conhecimentos e competência científica em relação aos fenômenos sociais. Como exemplo dos conteúdos de ciências sociais que seriam necessários transmitir como parte de uma formação científica completa, os *benchmarks* da AAAS incluem os efeitos da cultura no comportamento humano, comportamento grupal, mudança social, compromissos e negociações sociais, sistemas políticos e econômicos, e interdependência global. Ainda que as ciências sociais não costumem fazer parte da tradição de "inquiry based research" mais típica das ciências sociais, existem, por outro lado, muitas experiências e materiais para o uso de simulações fazendo ou não uso de computadores, que

cumprem as mesmas funções dos kits de experimentação, criando ambientes de indagação, pesquisa e trabalho em grupo.

9. O papel da Academia Brasileira de Ciências na Educação em Ciências no Brasil

A Academia Brasileira de Ciências desempenhou um papel muito importante desde 2001 ao trazer, para o Brasil, as experiências e concepções a respeito da importância e da necessidade de fortalecer a educação em ciências, e ao emprestar seu prestígio institucional e acadêmico a vários projetos pioneiros que se desenvolveram a partir da vertente francesa da "Mão na Massa". A Academia também tem tido atuação importante ao estimular a comunicação e a troca de experiências entre os diversos núcleos e programas envolvidos no projeto "Mão na Massa", embora esta atividade pudesse se dar de forma mais efetiva.

Assim, segundo um coordenador de uma unidade, nos primeiros anos de atividade, as reuniões de troca de informação entre os núcleos eram mais frequentes, o que permitia ao coordenador da unidade receber mais apoio, tirar dúvidas e sentir-se mais seguro. Uma das queixas atuais é que estes encontros tornaram-se mais raros. Todos dão muita importância aos encontros anuais promovidos pela Academia, mas há dificuldades financeiras nas unidades para esta participação, que em geral requer deslocamento e despesas de hospedagem. É frequente o relato de coordenadores de unidade financiando com recursos pessoais a ida de um professor para apresentar trabalho em encontros científicos ou seminários.

Depois, não há um portal único do Projeto na Internet integrando as diversas produções e experiências. Cada pólo principal mantém site próprio, ligado à instituição que o sedia. Cada um dos quatro sites possui muito material, alguns de livre acesso, outros não, e faz referência aos demais em links. Percebe-se certa fragmentação: os materiais não estão classificados conjuntamente na página principal; é preciso entrar em cada site para descobrir que há materiais diferentes em cada um deles. Por outro lado, no site da Academia Brasileira de

Ciências a informação não tem destaque, resume-se ao formato de relatório e é, assim, bem limitada.

Finalmente, não há uma instância central que mantenha um registro atualizado ou sistema de acompanhamento destas iniciativas e nem se sabe, efetivamente, quais os núcleos e iniciativas pertencem de fato, ao programa da Academia de Ciências e podem usar legitimamente sua marca institucional. Também não há uma prática estabelecida de envio, por parte dos responsáveis por cada núcleo, de relatórios de atividade à coordenação do projeto na Academia Brasileira de Ciências.

Neste meio tempo, outras iniciativas surgiram, adotando abordagens semelhantes ou diferentes, com diferentes formatos institucionais, e atendendo a diferentes públicos. Apesar destes esforços e iniciativas, é bastante claro que a educação em ciências ainda precisa se desenvolver muito mais no Brasil, e a Academia precisaria reexaminar qual a melhor contribuição que pode dar a este processo.

A primeira questão é sobre se a Academia deveria ter seu próprio programa de educação em ciências, como ocorre atualmente, ou apoiar e estimular um conjunto mais amplo de atividades e iniciativas de uma outra forma. Os projetos que hoje integram o programa ABC de educação em ciência o fazem por razões históricas, mas atuam com total autonomia. Hoje, a ABC não dispõe de meios para acompanhar o que está acontecendo, não dispõe de recursos financeiros e institucionais para selecionar e apoiar as melhores iniciativas, e nem existem mecanismos formais pelos quais outros projetos e instituições possam ingressar neste programa da ABC, o que cria situações ambíguas.

A missão principal da Academia Brasileira de Ciências é "discutir e propor novas soluções para questões científicas e sócio-econômicas que requeiram uma abordagem multidisciplinar", o que é feito a através de grupos de trabalho e estudos específicos, e normalmente não inclui a manutenção de programas regulares de ensino e formação, seja diretamente, seja em parcerias com outras instituições. Nada impede, em princípio, que estas funções sejam

ampliadas, e que a ABC crie programas permanentes de pesquisa e formação científica, tal como fazem algumas de suas congêneres em outros países. Mas isto implicaria em alterações institucionais e novas responsabilidades cuja pertinência e oportunidade só a própria instituição pode avaliar.

Mesmo sem ter um programa próprio, a Academia deveria continuar a apoiar e estimular o desenvolvimento da educação em ciências no Brasil de diversas maneiras. A importância estratégica das Academias de Ciência nesta área tem sido, primeiro, favorecer e estimular o contato dos cientistas com os educadores, procurando envolver os cientistas na educação em todos os níveis, e melhorando a formação e a atenção dos educadores sobre a importância da educação em ciências; e, segundo, compartir as experiências de educação científica que existem nos diversos países, difundindo conhecimentos e estimulando as melhores práticas. A área de educação em ciências, como campo próprio de pesquisa científica, tem se desenvolvido muito, mas ainda é incipiente no Brasil, e a Academia poderia ter um papel importante em estimular o estudo desta temática e o desenvolvimento desta área de pesquisas no país. Finalmente, a Academia poderia criar um foro permanente aonde as diferentes iniciativas que hoje existem de ensino de ciências pudessem se encontrar e trocar experiências e informações. Além dos projetos descritos neste documento, existe toda a área dos museus de ciência, dos programas de formação de professores para o ensino médio, que hoje não participam do programa de educação de ciências da ABC, e que deveriam ser incluídos no circuito de informações.

Para melhor institucionalizar estas atividades, a ABC poderia constituir um grupo de trabalho permanente que tivesse a missão, justamente, de manter vivo o fluxo de informações e de contatos, seja através de uma página na Internet, seja através da realização periódicas de congressos, seminários, feiras de ciência, iniciativas como prêmios e publicações, e outras. Estas atividades requerem um certo nível de financiamento, que poderia ser eventualmente obtido de agências governamentais de apoio à pesquisa, do setor privado, ou da contribuição dos programas participantes, se for o caso.

O escopo e formato destas atividades, assim como as fontes possíveis de financiamento, deveriam ser propostos pelo próprio grupo de trabalho, que, para ter a legitimidade e o alcance que necessitaria ter, deveria ser formado, tanto quanto possível, por pessoas com sólido currículo acadêmico e experiência de trabalho na educação em ciências em suas diversas modalidades, atendendo à diversidade institucional, metodológica e filosófica que é própria do campo da educação em ciências, em constante evolução e transformação.

Referências

Abell, Sandra K., e Norman G. Lederman. 2007. *Handbook of research on science education*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Academia Brasileira de Ciências. 2004. *Subsídios para a Reforma do Ensino Superior*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.

—. 2007. *O Ensino das Ciências e a Educação Básica - Propostas para Superar a Crise*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.

—. 2009. *Grupo de Trabalho sobre Educação Infantl*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciencias.

Alves, R. 2002. *A escola com que sempre sonhei sem imaginr que pudesse existir*: Papirus.

American Association for the Advancement of Science. 1989. *Science for all Americans : a Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology*. Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science.

—. 1993. *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

—. 1997. *Resources for science literacy : professional development*. New York: Oxford University Press.

—. 1998. *Blueprints for reform: Science, mathematics and technology education.* New York: Oxford University Press.

—. 2001. *Atlas of science literacy*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science : National Science Teachers Association.

Andrade, Eliane Ribeiro, Luiz Carlos Gil Esteves, e Miguel Farah Neto. 2009. *Programa Ciência em Foco: diagnóstico do impacto inicial*. Brasilia: RITLA/SEDF/UNIRIO.

Appleton, K, e I Kindt. 2002. "Science activities that work: Perceptions of primary school teachers." *Research in Science Education* 32:393-410.

Appleton, Ken. 2006a. *Elementary science teacher education : international perspectives on contemporary issues and practice*. Mahwah, N.J. ; London: Lawrence Erlbaum Associates.

—. 2006b. "Science Pedagogical Content Knowledge and Elementary School Teachers." Pp. 31-54 in *Elementary science teacher education : international perspectives on contemporary issues and practice*, editado por Ken Appleton. Mahwah, N.J. ; London: Lawrence Erlbaum Associates.

Araújo, Carlos Wagner Costa, e Marco Antônio Pinto Ribeiro. 2008. "Pólo Mão Na Massa no sub-médio São Francisco – Petrolina-Pe e Juazeiro-Ba." *IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica Mão na Massa -Cadernos de Trabalho*.

Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência, Casa da Ciência - Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da UFRJ, Museu da Vida - Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, . 2005. *Centros e museus de ciências do Brasil. -- Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: ABCMC : UFRJ, Casa da Ciência : FIOCRUZ, Museu da Vida,.

Auler, Décio. 2003. "Alfabetização Científico-Tecnológica: Um Novo "Paradigma?" *Ensaio– Pesquisa em Educação em Ciências* 5.

Azevedo, Fernando, e outros. 1932. *A reconstrução educacional no Brasil, ao povo e ao governo. Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova*. São Paulo: Companhia Editora Nacional.

Barbante, Erasmo Casella, Edson Amaro Jr., e Jaderson Costa da Costa. 2009. "As Bases Neurobiológicas da Aprendizagem da Leitura." in *Grupo de Trabalho sobre Educação Infantil*, editado por Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro.

Bearison, DJ. 1986. "Socio-Cognitive Conflict and Cognitive Growth in Young Children." *Merrill-Palmer Quarterly* 32:51-72.

Beatty, A. 2005. *Mathematical and scientific development in early childhood: a workshop summary*: National Academies Press.

Berger, PL, e T Luckmann. 1966. "The Social Construction of Knowledge–A Treatise in the Sociology of Knowledge." editado por: Anchor Books, Doubleday, New York.

Bizzo, Nelio Marco Vincenzo. 2005. "Formação de Professores de Ciências no Brasil: uma cronologia de improvisos." Pp. 127-147 in *Ciência e Cidadania*, editado por R Durand. Brasilia: UNESCO.

Brasil Ministério da Educação. 2000. *Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio*. Brasilia: Secraria de Educação Média e Tecnológica.

Brasil Ministério da Educação Secretaria de Educação Fundamental. 1997. *Ciências Naturais*. Brasilia: MEC/SEF,, Secretaria de Educação Fundamental.

Bruner, Jerome S. 1960. *The process of education*. Cambridge,: Harvard University Press.

—. 1966. *Toward a theory of instruction*. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press.

—. 1986. *Actual minds, possible worlds*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Chang, CY, e SL Mao. 1999. "Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction." *Journal of Educational Research* 92:340-346.

Crestana, S., M. G. de Castro, G. R. de M Pereira, e S. Mascarenhas. 1998. *Centros e museus de ciência: visões e experiências: subsídios para um programa nacional de popularização da ciência*: Editora Saraiva: Estação Ciência, Universidade de São Paulo.

Dewey, John. 1929. *The sources of a science of education*. New York,: H. Liveright.

—. 1938. *Experience and education*. New York,: The Macmillan company.

—. 1970. *Creative intelligence; essays in the pragmatic attitude*. New York,: Octagon Books.

—. 1971. *How we think; a restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Chicago,: Regnery.

Diaper, Gordon. 1990. "The Hawthorne effect: A fresh examination." *Educational Studies* 16:261-268.

Direction de l'enseignement scolaire, France. 2002. *Enseigner les sciences à l'école : outil pour la mise en oeuvre des programmes 2002 cycles 1, 2 et 3*. Paris: Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche, Direction de l'enseignement scolaire; Académie des sciences, la Main à la pâte.

Duschl, Richard A., Heidi A. Schweingruber, Andrew W. Shouse, National Research Council (U.S.). Committee on Science Learning Kindergarten Through Eighth Grade., National Research Council (U.S.). Board on Science Education., e National Research Council (U.S.). 2007. *Taking science to school : learning and teaching science in grades K-8*. Washington, D.C.: National Academies Press.

Flick, Lawrence Blaine, e Norman G. Lederman. 2004. *Scientific inquiry and nature of science : implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht ; Boston: Kluwer Academic Publishers.

Foucault, Michel. 1977. *Discipline and punish : the birth of the prison*. New York: Pantheon Books.

Freire, Paulo. 1971. *Pedagogía del oprimido*. Barcelona: Biblioteca Nueva.

Fundação Vitae. 2006. *VITAE: apoio à cultura, educação e promoção social; Relatório final 1985 a 2006*. São Paulo: Fundação Vitae.

Gibbons, Michael, Martin Trow, Peter Scott, Simon Schwartzman, Helga Nowotny, e Camille Limoges. 1994. *The new production of knowledge - the dynamics of science and research in contemporary societies*. London, Thousand Oaks, California: Sage Publications.

Glenn, J. 2000. *Before It's Too Late: A Report to the Nation from the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century*: Education Publications Center.

Gronlund, Norman E. 1998. *Assessment of student achievement*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon Publishing.

Grynszpan, Danielle. 2008. "Pelo Alfabetismo Científico." *Nós da Escola* 6.

Guimarães, Márcia Maria Bezerra et al. 2008. "Estudo quantitativo e qualitativo dos resíduos sólidos gerados em escolas públicas no município de Campina Grande/PB." in *IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica Mão na Massa: Caderno de Trabalhos*, editado por. São Paulo: USP.

Harlen, Wynne. 1996. *The teaching of science in primary schools*. London: D. Fulton Publishers.

—. 2006. *Teaching, learning and assessing science 5-12*. London ; Thousand Oaks, Calif.: SAGE.

—. 2008. *Student assessment and testing*. Los Angeles: Sage Publications.

Hmelo-Silver, Cindy E., Ravit Golan Duncan, e Clark A Chinn. 2007. "Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006)." *Educational Psychologist* 42:99-107.

Hurd, Paul DeHart. 1998. "Scientific literacy: New minds for a changing world." *Science Education* 82:407-416.

Inhelder, B, e J Piaget. 1999. *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*: Routledge.

Inter-American Development Bank. 2006. *Education, Science and Technology in Latin America and the Caribbean: A Statistical Compendium of Indicators*. Washington, D.C: nter-American Development Bank.

Jenkins, EW. 1999. "School science, citizenship and the public understanding of science." *International Journal of Science Education* 21:703-710.

Jonathan F. Osborne. 1996. "Beyond constructivism." *Science Education* 80:53-82.

Kirschner, PA, J Sweller, e RE Clark. 2006. "Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching." *Educational Psychologist* 41:75-86.

Knorr-Cetina, K, e M. J Mulkay. 1983. *Science observed perspectives on the social study of science*. London, Beverly Hills: Sage Publications.

Kovalik, Susan, e Karen Olsen. 1993. *ITI, the model : integrated thematic instruction*. Village of Oak Creek, AZ: S. Kovalik & Associates ; Distributed by Books for Educators.

Kuhn, Thomas S. 1996. *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Landsberger, Henry A. 1958. *Hawthorne revisited. Management and the worker: its critics, and developments in human relations in industry*. Ithaca, N.Y.,: Cornell University.

Latour, Bruno. 1987. *Science in action: how to follow scientists and engineers through society.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

Latour, Bruno, e Steve Woolgar. 1986. *Laboratory life the construction of scientific facts*. Princeton, N.J: Princeton University Press.

Mayo, P. 1999. *Gramsci, Freire, and adult education: Possibilities for transformative action*: Macmillan.

McGinn, RE. 1991. *Science, technology, and society*: Prentice Hall Englewood Cliffs, NJ.

Mello, Guiomar Namo de. 2000. "Formação inicial de professores para educação básica: uma (re)visão radical." *São Paulo em Perspectiva* 14:98-110.

Merton, Robert King. 1973. *The sociology of science - theoretical and empirical investigations*. Chicago: University of Chicago Press.

Musset, Marie. 2009. "Sciences en classe, sciences en société." *Dossier d'actualité de la VST* 45.

Nardi, Roberto, e Maria José P. M. de Almeida. 2007. "Investigação em Ensino de Ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem." *Pro-Posições (Campinas)* 18:213-226.

National Research Council. 1995. *National science education standards*: National Academy Press Washington, DC.

National Science Resource Center. 2005. *NSRC Inquiry-Based Science Education Programs*. Washington: National Science Resources Center.

OECD. 2007. *PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

Oliveira, João Batista Araújo. 2002. "Construtivismo e alfabetização: um casamento que não deu certo." *Ensaio* 10:161-200.

Oliveira, João Batista Araújo, e Luiz Carlos Faria da Silva. 2009. "Métodos de alfabetização: o estado da arte." in *Grupo de Trabalho sobre Educação Infantil*, editado por Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro.

Paim, Antônio. 1980. *Plataforma política do positivismo ilustrado*. Braslia: câmara dos Deputados. Editora Universidade de Braslia.

Piaget, J. 1952. *The origins of intelligence in children*: International Universities Press.

Piaget, Jean. 1950. *Introduction à l'épistémologie génétique*. Paris: Presses universitaires de France.

—. 1970. *Genetic epistemology*. New York,: Columbia University Press.

President's Science Advisory Committee. 1959. *Education for the age of science*. Washington, DC: The White House.

Roberts, Douglas A. 2007a. "Opening remarks." Pp. 9-17 in *Promoting scientific literacy: Science education research in transaction, Linnaeus Tercentenary Symposium*, editado por Cedric Linder, Leif Östman, e Per-Olof Wickman. Uppsala University.

—. 2007b. "Scientific Literacy/Science Literacy." Pp. 729-780 in *Handbook of research on science education*, editado por Sandra K. Abell e Norman G. Lederman. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Rocard, M, P Csermely, D Jorde, D Lenzen, H Walwerg-Henriksson, e V Hemmo. 2007. "Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe." *Report of the European Commission*.

Sadler, Royce. 1989. "Formative assessment and the design of instructional systems." *Instructional Science* 18:119-144.

Schiel, Dietrich (Ed.). 2005a. *Ensinando as Ciências na Escola: da educação infantil à quarta série.* São Carlos: Centro de Divulgação Científica e Cultural, Universidade de São Paulo.

—. 2005b. "Ensino de Ciências baseado em indagação (ECBI) no Brasil: o programa ABC na Educação Científica Mão na Massa." in *International Meeting IBSE (Inquiry-Based Science Education)*, editado por. Estocolomo: Poster apresentado.

Schwartzman, Simon. 1991. "Changing roles of new knowledge: research institutions and societal transformations in Brazil." Pp. 230-260 in *Social sciences and modern states national experiences and theoretical crossroads*, editado por Peter Wagner, Carol Hirschon Weiss, Bjorn Wittrock, e Hellmut Wollman. Cambridge England, New York: Cambridge University Press.

—. 2008. "Pesquisa Universitária e Inovação no Brasil." Pp. 19-43 in *Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras*, editado por Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília: CGEE.

Schwartzman, Simon, e Micheline Christophe. 2005. "A sociedade do conhecimento e a educação tecnológica." *Série Estudos Educacionais* 2:109.

Scott, Phil, Hillary Hasoko, e John Leach. 2007. "Student Conceptions and Conceptual Learning in Science." Pp. 75-102 in *Handbook of research on science education*, editado por Sandra K. Abell e Norman G. Lederman. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Silva, Luiz Ignacio Lula da, Miguel Nicolelis, e Fernando Haddad. 2008. "Brazil's Option for Science Education." *Scientific American*.

Sjøberg, Svein. 2007. "Challenges for science education: A personal view." Pp. 100-104 in *Promoting scientific literacy: Science education research in transaction, Linnaeus Tercentenary Symposium*, editado por Cedric Linder, Leif Östman, e Per-Olof Wickman. Uppsala University.

Snow, C. P. 1959. *The two cultures and the scientific revolution*. New York,: Cambridge University Press.

UNESCO. 2005. "When learning science becomes child's play." *A World of Science* 3:2 - 7.

Valverde, GA, e WH Schmidt. 1998. "Refocusing US Math and Science Education." *Issues in Science and Technology* 14:60-66.

Varella, Drauzio, Miguel Nicolelis, e Gilberto Dimenstein. 2008. *Prazer em Conhecer: a aventura da ciência e da Educação*. Campinas: Papirus 7 Mares.

Villani, A, JL de Almeida Pacca, e D de Freitas. 2009. "Science Teacher Education in Brazil: 1950–2000." *Science & Education* 18:125-148.

Vygotsky, LS. 1964. "Thought and language." *Annals of Dyslexia* 14:97-98.

—. 1980. *Mind in society*: Harvard University Press Cambridge, MA.